VISIT…

LANZAROTE Caliente.COM

АКАДЕМИЯ НАУК СОЮЗА ССР

КЛАССИКИ НАУКИ



К 250-ЛЕТИЮ
СО ДНЯ РОЖДЕНИЯ

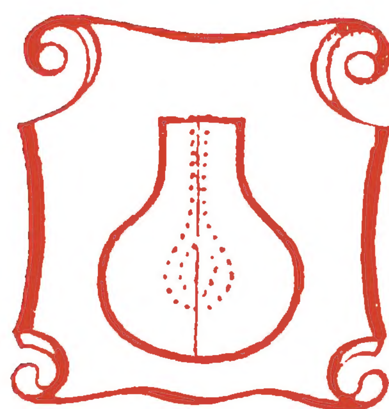
Михаила Васильевича Ломоносова



М. В. ЛОМОНОСОВ

ИЗБРАННЫЕ ТРУДЫ ПО ХИМИИ И ФИЗИКЕ

РЕДАКЦИЯ
АКАДЕМИКА А. В. ТОПЧИЕВА
СТАТЬЯ Н. А. ФИГУРОВСКОГО
ПРИМЕЧАНИЯ Г. А. АНДРЕЕВОЙ,
О. А. ЛЕЖНЕВОЙ И Н. А. ФИГУРОВСКОГО

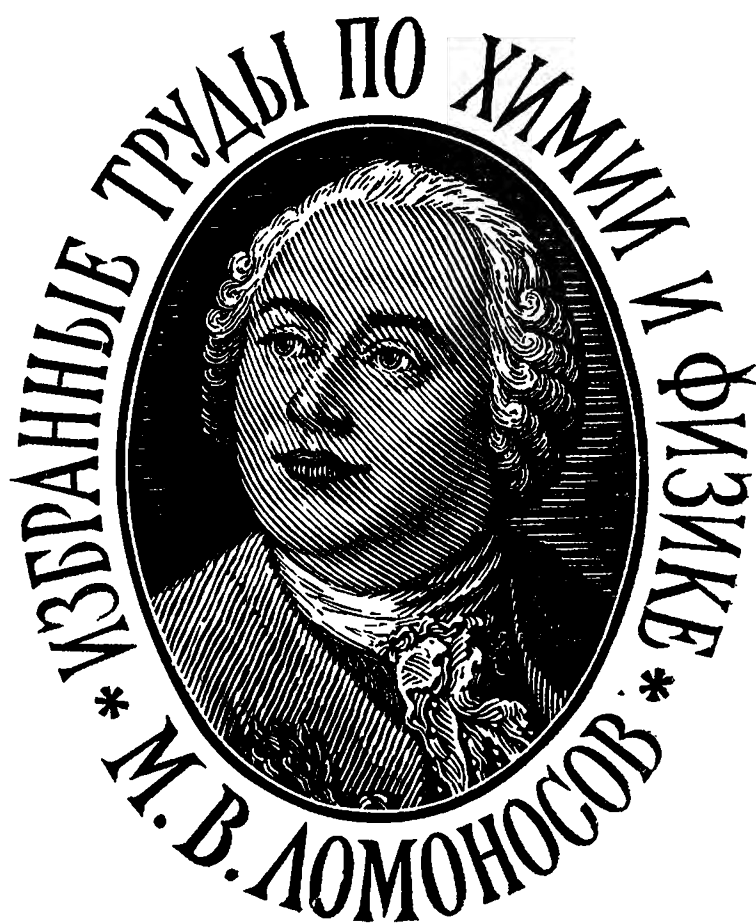


ИЗДАТЕЛЬСТВО АКАДЕМИИ НАУК СССР
МОСКВА · 1961

СЕРИЯ «КЛАССИКИ НАУКИ»

Основана академиком *С. И. Вавиловым*

Редакционная коллегия: академик *И. Г. Петровский* (председатель), академик *Н. Н. Андреев*, академик *К. М. Быков*, академик *В. А. Казанский*, академик *О. Ю. Шмидт*, академик *Д. И. Щербаков*, академик *П. Ф. Юдин*, член-корреспондент АН СССР *Б. Н. Делоне*, член-корреспондент АН СССР *Х. С. Коштоянц*, член-корреспондент АН СССР *А. М. Самарин*, профессор *Д. М. Лебедев*, профессор *Н. А. Фигуровский*, кандидат философских наук *И. В. Кузнецов* (заместитель председателя)


ИЗБРАННЫЕ ТРУДЫ ПО ХИМИИ И ФИЗИКЕ
* М. В. ЛОМОНОСОВ *

1

ЭЛЕМЕНТЫ МАТЕМАТИЧЕСКОЙ ХИМИИ

ВВЕДЕНИЕ

Определение I

1) Химия — наука об изменениях[1], происходящих в смешанном теле[2], поскольку оно смешанное.

Пояснение

2) Не сомневаюсь, что найдутся многие, которым это определение покажется неполным и которые будут сетовать на отсутствие начал разделения, соединения, очищения и других выражений, которыми наполнены почти все химические книги; но те, кто проницательнее, легко усмотрят, что упомянутые выражения, которыми весьма многие писатели по химии имеют обыкновение обременять без надобности свои исследования, могут быть охвачены одним словом: смешанное тело. В самом деле, обладающий знанием смешанного тела может объяснить все возможные изменения его и, в том числе, разделение, соединение и т. д.; грубые и органические, каковы раздробление и размалывание злаков, произрастание растений, обращение крови в живом теле, могут быть исключены.

Присовокупление

3) Так как в науке принято доказывать утверждаемое (.), то и в химии все высказываемое должно быть доказываемо.

Определение II

4) Практическая часть химии состоит в историческом познании изменений смешанного тела.

Пояснение

6) [a] Практическая часть химии, подобно науке исчисления, есть особый метод познания: как из нескольких данных чисел практическая арифметика находит другие (§ 2 Элементов арифметики) [3], так и через химическую практику из нескольких взятых тел порождаются новые. Таким образом и стали известны почти все истины, доныне найденные в химии.

Определение III

7) Теоретическая часть химии состоит в философском познании изменений смешанного тела.

Определение IV

8) Химик есть тот, кто обладает знанием изменений смешанного тела, поскольку оно смешанное.

Присовокупление

9) Он, значит, должен доказывать то, что говорится в химии.

---

[a] *Пункт 5 пропущен в рукописи.*

№ 52. ELEMENTA

CHIMIAE

MATHEMATICAE.

1741

PROLEGOMENA.

Первая страница рукописи М. В. Ломоносова
«Элементы математической химии»

Определение V

10) Химик-практик есть тот, кто обладает историческим познанием изменений, происходящих в смешанном теле.

Определение VI

11) Химик-теоретик есть тот, кто обладает философским познанием изменений, происходящих в смешанном теле.

Пояснение

12) Если, например, кто-нибудь знает, что в сосуде, наполненном водою или другою жидкостью, поставленном на огонь, может быть вызвано кипение, и проводит это на деле, то будет называться практиком. Но если он будет знать, что вода приводится в кипение воздухом, расширившимся в ней от огня и вырывающимся из нее, то будет теоретиком.

Положение I

13) Истинный химик должен быть теоретиком и практиком.

Доказательство

Химик должен доказывать все, что говорится в химии (§ 8). Но то, что он доказывает, ему надо сперва познать, т. е. приобрести историческое познание изменений смешанного тела, и, следовательно, быть практиком (§ 10). Это — первое. Далее, он же должен уметь доказывать познанное (§ 9), т. е. давать ему объяснение, что предполагает философское познание (§). Отсюда следует, что истинный химик должен быть и теоретиком (§ 11). Это — второе.



Портрет Хр. Вольфа. Немецкая гравюра

Присовокупление I

14) **Истинный химик, следовательно, должен быть также и философом.**

Присовокупление II

15) **Занимающиеся одной практикою — не истинные химики.**

Присовокупление III

16) Но и те, которые услаждают себя одними умозрениями, не могут считаться истинными химиками.

Лемма I

17) Все изменения тел происходят посредством движения.

Пояснение

18) Доказал это знаменитый В. [4]

Присовокупление I

19) Следовательно, изменения смешанного тела происходят также посредством движения.

Пояснение

20) Это движение по большей части нечувствительно, и причина его никак не может быть воспринята чувствами; поэтому нужно исследовать ее путем умозаключения.

Присовокупление II

21) Наука о движении есть механика; итак, изменения смешанных тел происходят механически.

Присовокупление III

22) А потому изменения эти могут быть объяснены законами механики.

Присовокупление IV

23) Так как количество движения может быть определено при помощи механики, а определенные количества познаются отчетливее, то изменения смешанного тела можно отчетливее познать при помощи механики.

Присовокупление V

24) Поэтому, если кто хочет глубже постигнуть химические истины, то ему необходимо изучать механику.

Присовокупление VI

25) А так как знание механики предполагает знание чистой математики, то стремящийся к ближайшему изучению химии должен быть сведущ и в математике.

Пояснение

26) Какой свет способна возжечь в спагирической науке[5] математика, может предвидеть тот, кто посвящен в ее таинства и знает такие главы естественных наук, удачно обработанные математически, как гидравлика, аэрометрия, оптика и др.: все, что до того было в этих науках темно, сомнительно и недостоверно, математика сделала ясным, достоверным и очевидным. Правда, многие отрицают возможность положить в основание химии начала механики и отнести ее к числу наук, но отрицают они это, заблудившись в потемках скрытых свойств и не зная, что в изменениях смешанных тел всегда наблюдаются законы механики, а также испытывая недоверие к пустым и ложным умозрениям, которые навязывают ученому миру без какого-либо предварительного опыта иные теоретики, злоупотребляющие своим досугом. Если бы те, которые все свои дни затемняют дымом и сажей и в мозгу которых господствует хаос от массы непродуманных опытов, не гну-

шались поучиться священным законам геометров, которые некогда были строго установлены Евклидом и в наше время усовершенствованы знаменитым Вольфом, то, несомненно, могли бы глубже проникнуть в таинства природы, истолкователями которой они себя объявляют. В самом деле, если математики из сопоставления немногих линий выводят очень многие истины, то и для химиков я не вижу никакой иной причины, вследствие которой они не могли бы вывести больше закономерностей из такого обилия имеющихся опытов, кроме незнания математики.

Пояснение II

27) Так как то, о чем мне предстоит говорить, я намерен изложить на началах математических и философских, то считаю уместным предпослать несколько философских и математических аксиом, на которые мне придется часто ссылаться, оставляя до соответствующих мест те, которые придется вводить при том или другом случае.

Аксиома I

28) Одно и то же не может одновременно быть и не быть.

Аксиома II

29) Ничто не происходит без достаточного основания.

Аксиома III

30) Одно и то же равно самому себе.

Лемма II

31) Целое равно всем своим частям, взятым вместе.

Лемма III

32) Общие атрибуты единичностей зависят от одной и той же причины.

Доказательство

Атрибуты зависят от сущности (§ 157 Онтологии[6]); единичности же имеют одинаковую сущность, поскольку они принадлежат к одному роду (§ 254 Онтологии), следовательно, и их общие атрибуты зависят от одной и той же сущности. Таким образом, они имеют достаточное основание в общей сущности (§ 851 Онтологии), т. е. зависят от одной причины.

Определение

33) Изменение смешанного тела, поскольку оно смешанное есть изменение его внутренних качеств.

Пояснение

34) Под внутренними качествами я понимаю все то, что можно в теле познать чувствами, за исключением фигуры, движения и положения всего тела.

Присовокупление I

35) В химии, следовательно, надо доказывать изменения внутренних качеств (§ 1, 3).

Присовокупление II

36) Так как доказательство утверждаемого должно быть извлекаемо из ясного представления о самой вещи, то необходимы ясные пред-

ставления о внутренних качествах тел для изложения того, о чем идет речь в химии.

Присовокупление III

37) Поэтому часть работы должна быть уделена объяснению внутренних качеств тела.

Определение

38) Элемент [7] есть часть тела, не состоящая из каких-либо других меньших и отличающихся от него тел.

Определение

39) Корпускула [8] есть собрание элементов, образующее одну малую массу.

Определение

40) Корпускулы однородны, если состоят из одинакового числа одних и тех же элементов, соединенных одинаковым образом.

Что такого рода корпускулы существуют, свидетельствует однородность массы тел, у которых каждая часть подобна целому. В самом деле, если бы их не существовало, не было бы и такой массы, поскольку корпускула была бы различна во всяком данном месте, действовала бы различным образом на наши чувства, и, следовательно, любая корпускула была бы непохожа на любую другую, т. е. не существовало бы однородных масс, что противоречит опыту.

Корпускулы разнородны, когда элементы их различны и соединены различным образом или в различном числе; от этого зависит бесконечное разнообразие тел.

Начало [9] есть тело, состоящее из однородных корпускул.

Смешанное тело есть то, которое состоит из двух или нескольких

различных начал, соединенных между собою так, что каждая отдельная его корпускула имеет такое же отношение к частям начал, из которых она состоит, как и все смешанное тело к целым отдельным началам.

Корпускулы, состоящие непосредственно из элементов, называются первичными.

Корпускулы, состоящие из нескольких первичных и притом различных, называются производными.

Итак, смешанное тело состоит из производных корпускул.

Составное тело[10] есть такое, которое состоит из смешанных тел, слившихся друг с другом.

При изложении химии надо представлять доказательства, и они должны быть выведены из ясного представления о самом предмете. Ясное же представление должно приобретать путем перечисления признаков, т. е. путем познания частей целого; поэтому необходимо познавать части смешанного тела. А части лучше всего познавать, рассматривая их в отдельности; но так как они крайне малы, то в смешении их нельзя отличить и для познания смешанных тел надо их разделить. Но разделение предполагает перемену места частей, т. е. их движение. Следовательно, для познания и доказательства истин химии необходимо знать механику.

Общая часть

О ТОМ, ЧТО СУЩЕСТВУЕТ И СОВЕРШАЕТСЯ В СМЕШАННОМ ТЕЛЕ

Книга I. О том, что существует

1. Основные положения. 2. О природе составных частей смешанного тела. 3. О тяжести. 4. О сцеплении. 5. О цвете. 6. О теплоте и об огне. 7. Об упругости. 8. О звучании. 9. О вкусе и запахе.

Книга II. О том, что совершается

Специальная часть

О СМЕШАННОМ ТЕЛЕ В ЧАСТНОСТИ

Книга 1. Основные положения.
Книга 2. О воде.
Книга 3. О земле.
Книга 4. Об универсальной кислоте.
Книга 5. О флогистоне, о яде.

В отдельности во второй части — тяжесть тел, их масса, сцепление [?].

Перевод *Б. Н. Меншуткина*



2

О ДЕЙСТВИИ ХИМИЧЕСКИХ РАСТВОРИТЕЛЕЙ ВООБЩЕ

§ 1

Хотя уже с древних времен люди, искусные в химии, положили на нее много труда и забот, а особенно за последние сто лет, поборники ее, как бы сговорившись, наперерыв исследовали сокровенный состав природных тел, тем не менее важнейшая часть естественной науки все еще покрыта глубоким мраком и подавлена своей собственной громадою. От нас скрыты подлинные причины удивительных явлений, которые производит природа своими химическими действиями, и потому до сих пор нам не известны более прямые пути, ведущие ко многим открытиям, которые умножили бы счастье человеческого рода. Ибо надо признать, что хотя имеется великое множество химических опытов, в достоверности коих мы не сомневаемся, однако мы по справедливости сетуем, что из них можно сделать лишь малое число таких выводов, в которых нашел бы успокоение ум, изощренный геометрическими доказательствами.

§ 2

Среди важнейших химических операций выделяется растворение тел, которое прежде всего заслуживает физического исследования:

в самом деле, оно очень часто применяется в химических лабораториях при изучении тел и на лекциях физики обыкновенно показывается любознательным наряду с другими опытами; однако причины его пока еще не настолько выяснены, чтобы можно было из них объяснить явления, происходящие при этой операции.

§ 3

Обычно те, кто говорят о причинах растворений, утверждают, что все растворители входят в поры растворяемых тел [1] (ниже будет показано, что это имеет место не всегда) и постепенно отрывают их частицы. Но на вопрос о том, какими силами производится это действие отрывания, не дается никакого сколько-нибудь вероятного объяснения, кроме произвольно приписываемых растворителям клиньев, крючочков и не знаю еще каких инструментов.

§ 4

Один и тот же растворитель не может действовать на любое тело, но для растворения каждого берется соответствующий растворитель. Это обыкновенно пытаются объяснить при помощи различий в величине и фигуре пор [2] растворяемого тела и частиц растворителя, которые, как предполагают, облегчают или преграждают доступ растворителю, входящему в поры. Так, например, если селитряный спирт [3] растворяет серебро, медь, железо и другие менее благородные металлы, на золото же не действует, то это обычно объясняют тем, что поры золота, как самого плотного из всех тел, наиболее узки, и поэтому частицы селитряного спирта не могут войти в них. Мы готовы признать, что более крупные частицы растворителя не могут проникнуть в более мелкие поры растворяемого; но, как мы увидим из последующего, частицы селитряного спирта гораздо тоньше, чем поры золота. Селитряный и соляной спирты [4], взятые в отдельности, не растворяют золота, но, смешанные в царскую водку, становятся специальным растворителем золота. Следовательно, они входят в поры его (что это действительно

происходит, будет показано в § 20), откуда вытекает, что частицы селитряного и соляного спиртов, соединившись в смешанные корпускулы, меньше пор золота, и, следовательно, взятые в отдельности, должны обладать гораздо меньшими размерами, чем те же поры золота. Однако не сомневаюсь, что найдутся многие, которые возразят, что селитряный спирт субтилизируется[5] соляным, т. е. его частицы делаются меньше. Но если бы это действительно так было, то селитряный спирт, тщательно отделенный от соляного спирта, как сделавшийся более тонким, был бы в состоянии один растворять золото, что тем не менее никоим образом не удается.

§ 5

Имеются и другие данные, свидетельствующие о том, что крупные размеры пор отнюдь не облегчают вхождение жидкостей в твердые тела. Так, ртуть легко сама собою проходит в поры золота — весьма плотного тела, но не проникает, если не применить для этого силы, в дерево, кожу, бумагу — тела пористые.

§ 6

Не больше надежды можно возложить и на различную фигуру пор и частиц, для того чтобы выяснить причины различного проникания растворителей в тела. Действительно, если частные качества тел зависят от нее, то большое несоответствие фигуры должно было бы отличать частицы ртути и крепкой водки; ведь эти два тела различаются столькими качествами: способностью пропускать и отражать лучи света, вкусом, тяжестью и различными способностями воздействия на однородные тела. Тем не менее оба эти растворителя проникают в одинаковые поры одного и того же тела, например, серебра. А что фигура тел очень мало препятствует их вхождению в достаточно широкие проходы, очевидно и без ученых изысканий: через более широкие ворота, как мы видим, входят люди, вьючные лошади, повозки, несмотря на различие их фигур.

§ 7

Вхождение жидкости в поры твердого тела — не что иное, как соединение обоих тел в одно, подобно слиянию жидкостей. Различие заключается только в том, что когда сливаются два жидких тела, оба они поступательным внутренним движением проникают друг другу в поры, а когда жидкое тело соединяется с твердым, то лишь одно жидкое тело при помощи внутреннего поступательного движения входит в поры твердого.

§ 8

Жидкости при сливании смешиваются одни легче, другие труднее: так, вода легко смешивается с водными спиртами [6], каковы кислые и горючие, но не дает соединения с маслами. Точно так же ведут себя и расплавленные твердые тела: металлические гораздо легче соединяются с металлами, землистые — с землями, соляные — с солями, чем металлические с землями или камнями, или расплавленными солями. Отсюда ясно, что частицы жидких тел одного и того же рода легче проникают друг в друга и проходят в поры поступательным движением, чем частицы разнородных жидких тел.

§ 9

Итак, мерою однородности должно определяться и вхождение жидкостей в поры твердых тел (§ 7), т. е. жидкости должны легче проникать в поры подобнородного твердого тела, труднее — в поры инородного. Это подтверждает следующий опыт. При отделении более благородных металлов от низких [7] в пробирной печи расплавленный свинец не входит в купель, пока не остеклуется. Это означает, что до тех пор пока металл сохраняет в своем смешении горючую материю [8], сообщающую ему блеск и ковкость, он не может смешиваться с пеплом, образующим купель [9], и проникать в его поры. А когда флогистон силою огня изгоняется, оставляя другие составные части свинца, то

последний, потеряв ковкость и металлический блеск, стеклуется, проникает в поры купели, как тела также способного стекловаться и значит подобнородного, и уносит с собою в эти поры все, что подвержено остеклованию. Поэтому не удивительно, что золото и серебро не входят в пепел купели, ибо они никогда не стеклуются.

§ 10

Так как подобнородность, которая облегчает вхождение жидкостей в твердые тела, состоит в тождестве самой материи, то тщетно искать в самих порах, т. е. не в материи, причину, в силу которой определенные растворители легко входят в поры растворяемых тел: ведь поры — не что иное, как промежутки, не содержащие самой материи тела.

§ 11

Итак, поскольку почти все, что до сих пор было предложено относительно причин растворений, не стоит на твердой почве, мы сочли небесполезным создать более точную теорию этого предмета, подробнее рассмотрев химические и физические опыты, которые могут дать что-либо для объяснения растворения, и сопоставив их друг с другом. Мы здесь, однако, не задаемся целью выяснить те отдельные специальные свойства, в силу которых различные растворители действуют на разные растворяемые тела (это можно будет изложить и выяснить не раньше, чем будет определено число химических элементов [10] и будет точно изучена химическая природа их), но предполагаем только описать причины растворений вообще.

§ 12

Итак, исследуя общие причины растворений, мы попытаемся показать, каким образом и какими силами растворитель может разъединять частицы растворяемого, уничтожив их взаимное сцепление. Но как действующие частицы растворителя, так и самое действие представляются

чувствам неясно. Нам остается поэтому попытаться отыскать истину, сосредоточив все внимание только на явлениях, сопутствующих растворению.

§ 13

Сопоставляя эти явления друг с другом, мы находим, что они в одних случаях одинаковы, в других — противоположны. Из последних самые известные такие: кислотные спирты при растворении металла нагреваются [11], а вода при растворении солей охлаждается. Эти явления обусловлены противоположными причинами, и мы подозреваем, что металлы в кислых спиртах растворяются иначе, чем соли в воде. И так как опыты, сделанные нами с растворами в пустоте, оказались вполне отвечающими ранее выработанной нами теории, то мы этими опытами подкрепляем ее как построенную теперь на верном основании.

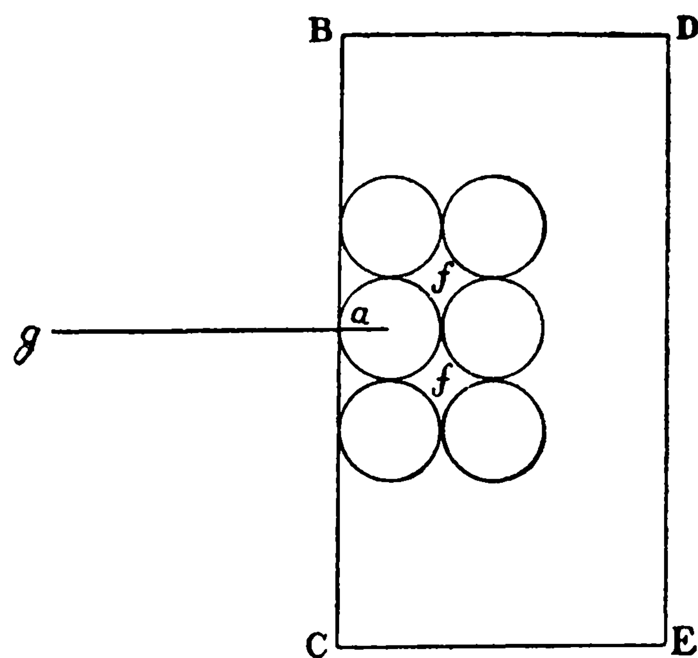
§ 14

Когда крепкие водки [12] действуют на металлы, то обыкновенно происходит вскипание; чтобы его рассмотреть, я взял короткую тонкую железную проволоку и прикрепил каждый конец ее воском к стеклянному кружку; на середину проволоки я поместил каплю селитряного спирта, разбавленного водою, чтобы растворение протекало медленно (быстро идущий процесс этого рода слишком неотчетлив и затрудняет наблюдение); на каплю, растворяющую железо, я направил достаточно сильный микроскоп. С поверхности проволоки поднимались воздушные пузырьки вместе с частицами железа бурого цвета, которые, как и пузырьки воздуха, отбрасывались в направлении, перпендикулярном к железной проволоке, и хотя я часто менял положение ее, но направление это сохранялось. После этого, применив более крепкий спирт, я снова рассматривал под микроскопом растворение проволоки. Видна была огромная масса отбрасываемых частиц с бесчисленными пузырьками, непрерывно следовавшими друг за другом; они устремлялись с поверхности проволоки в перпендикулярном направлении и представ-

ляли при свете свечи подобие бесчисленных светящихся фонтанов или, скорее, потешных огней, одновременно пущенных в воздух. Частицы железа в последнем случае делались заметны не раньше, чем когда они, оттолкнутые далеко от проволоки, перемещались в растворителе беспорядочным движением.

§ 15

Итак, частицы металла отбрасываются силою растворителя в направлении, перпендикулярном к поверхности растворяемого тела. Примем, что частица *af* отталкивается действием растворителя от поверхности *BC* тела *BCDE* в направлении *ag;* необходимо, чтобы растворитель действовал на нее в том же направлении, т. е. толкал ее от *a* к *g;* но толкать от *a* к *g* он может не иначе, как ударяя в часть



поверхности растворяемого тела *ff* по другую сторону от ближайшей поверхности растворения *BC;* в нее растворитель не может ударить, если он предварительно не поместился между частицей *af* и остальными частями растворяемого тела в пространствах *ff;* т. е. кислотные спирты могут растворять металлы не иначе, как входя в их поры.

§ 16

Металлы, расплавленные на самом сильном огне, вскипают и, подобно кислотному спирту и воде, выбрасывают пузырьки воздуха —

ясное указание, что в металлах, так же как и в кислотных спиртах и воде, содержится воздух, рассеянный в порах их; теплотою он из них изгоняется, в силу собственной легкости поднимается вверх и образует пузырьки.

§ 17

Как только металл погружается в кислотный спирт, он тотчас отбрасывает от своей поверхности пузырьки воздуха; отсюда ясно, что воздух, рассеянный в порах того и другого тела или одного из них, в момент растворения расширяется, т. е. проявляет действие своей упругости. Это может происходить от трех причин: 1) когда устраняется давление внешнего воздуха; 2) если сам воздух воспринимает бо́льшую степень теплоты; 3) наконец, когда большее количество воздуха внедряется в то же вместилище.

§ 18

Так как растворения металлов, сопровождающиеся вскипанием растворителя, всегда происходят под атмосферным давлением, то совершенно очевидно, что упомянутое расширение воздуха не происходит от первой из названных причин. Далее, кислый спирт, растворяющий металл, сперва вскипает, потом нагревается, и теплота, появляющаяся после вскипания, всегда гораздо меньше, чем та, которая производит кипение кислотных спиртов, помещенных на огонь; поэтому расширение воздуха, производящее вскипание в кислотных спиртах, растворяющих металлы, отнюдь не зависит от увеличения теплоты. Следовательно, достаточное основание вскипания крепкой водки содержится в сжатии воздуха, рассеянного в порах самой крепкой водки или металла.

§ 19

Итак, необходимо допустить обнаруженное нами сгущение воздуха в порах или спирта-растворителя, или металла. Так как частицы

спирта, жидкого тела, не прочно связаны друг с другом, то они не могут сопротивляться воздуху, сгущающемуся в их порах и расширяющемуся по причине большей упругости; поэтому они должны поддаться растущей упругости, так что воздух, расширившись спокойно в пузырьки, по своей мягкости без всякого волнения поднимается к поверхности жидкости. Но воздушные пузырьки, освободившиеся во время растворения, стремительно отбрасываются перпендикулярно к поверхности металла при любом положении последнего (§ 14); поэтому нельзя допустить, чтобы этот воздух сгущался в порах растворителя-спирта, следовательно, он должен быть в порах твердого тела, т. е. самого металла, с поверхности коего он выделяется маленькими пузырьками.

§ 20

Но в порах металла воздух не может сгуститься без того, чтобы присоединился новый воздух к уже находящемуся в них; а в течение растворения никакой воздух не может прибавиться, кроме входящего с растворителем в поры металла, т. е. того воздуха, который находится в порах растворителя. Это подтверждается и дальнейшим.

§ 21

Воздух, рассеянный в порах жидкости, проникает в самые тесные и узкие поры твердого тела, в какие один он войти не может. Причина этого легко может быть усмотрена из нашей теории упругости воздуха (§ 24 и 26). Эта истина, подтвержденная опытами, сделанными знаменитым Вольфом над порами животного пузыря, прекрасно известна физикам.

§ 22

Под колоколом воздушного насоса при вытягивании воздуха кипение возбуждается в кислотных спиртах гораздо труднее, чем в воде;

отсюда видно, что воздух прочнее закреплен в порах кислотных спиртов, чем в порах воды, и что, следовательно, этот воздух проникает в поры твердых тел с названными спиртами легче, чем с водой.

§ 23

Как только жидкие однородные тела прикоснутся друг к другу, то они сливаются воедино; так капля воды присоединяет к себе сближенную с ней вторую каплю; два шарика ртути достаточно довести до соприкосновения, чтобы они сейчас же поглотили друг друга и образовали единый шарик. Поэтому не приходится сомневаться, что и частицы воздуха, вместе с кислым спиртом проникшие в поры металла и освободившиеся благодаря столь мелкому разделению растворителя, соединяются с воздушными молекулами, приставшими между частицами металла.

§ 24

Приняв в соображение все сказанное, легко видеть, что должно последовать дальше, если вспомнить сперва то свойство воздуха, которое объяснено раньше * и которому мы даем название *возрожденной упругости воздуха.*

§ 25

А именно, природное свойство воздуха состоит в том, что до тех пор, пока его мельчайшие частицы, удаленные от взаимного соприкосновения, находятся включенными между частицами какого-либо более плотного тела, они не имеют почти что никакой упругости; но освобожденные из этих темниц, предоставленные самим себе и приведенные во взаимное соприкосновение, они вновь обретают как бы замиравшую упругость и проявляют ее по отношению к противостоящим телам. Это многими опытами весьма наглядно показали славный Галезий [13], и мы

* Опыт теории упругости воздуха, § 26.

для этой цели сделали немало опытов, из которых следующий лучше других годится для подкрепления предложенной нами теории. Я налил 5 драхм селитряного спирта в склянку с узким горлом и положил в нее 2 драхмы меди; тотчас же я плотно завязал горло сосуда пузырем, после того как выгнал из него, сколько мог, воздух. Растворение прекратилось примерно через четверть часа, и пузырь очень надулся воздухом, вышедшим из металла и спирта. Перевязав пузырь над горлом сосуда ниткою, я снял его со склянки и не сомневался, что он наполнен настоящим воздухом, ибо после сжатия пальцем пузырь снова приобретал прежнюю фигуру; положенный в снег, он сделался более вялым, а при приближении к печи снова надулся; проколотый иглою и сжатый, он выпускал струю воздуха, которая приводила в движение легкие предметы и пламя свечи. Произведя тщательные измерения, я определил отношение объема воздуха, расширенного возрожденной упругостью, к объему спирта и металла, как 68 : 1; а к металлу, которого была растворена одна драхма, как 2 312 : 1. Из этих опытов совершенно очевидно, что воздух, рассеянный в порах тел, лишается почти всей своей упругости и, наоборот, после того как частицы его освобождаются из теснин тел и вступают во взаимное соприкосновение, восстановляет снова свою упругость.

§ 26

Насколько велико упругое свойство воздуха, возродившееся таким путем, показывают удивительные его действия. Им разрываются сосуды, в которых вода превращается в лед; железные стволы разлетаются с великим шумом [14]. Очевидно, под влиянием холода вода сжимается в меньшее пространство, поры ее делаются у́же и из них выходит воздух, как свидетельствуют многочисленные пузырьки, которые испускает охлаждающаяся вода; освободившиеся частицы воздуха собираются вместе и, как однородные, сливаются воедино; они снова приобретают упругость, им присущую, но ранее потерянную от разделения, расширяются, образуют пузырьки, и, таким образом, когда от собрания бесчисленного числа частиц образовались бесчисленные пузырьки, вода в момент пере-

хода в лед расширяется и разрывает самые крепкие содержащие ее сосуды. Эта истина доказывается и тем, что лед, вынутый из разорванных им сосудов, наполнен бесчисленными пузырьками и лишен почти всякой прозрачности.

§ 27

Приняв в соображение все изложенное, нетрудно показать и самую силу, которой отбрасываются оторванные кислым спиртом частицы металла. Частицы воздуха, входящие с кислым спиртом в поры металла при растворении, соединяются с теми, которые раньше удерживались в металле (§ 21); от этого они вновь приобретают потерянную упругость (§ 24, 25, 26), пытаются расшириться в большее пространство и, не будучи в состоянии выносить тесноту пор, ищут выхода; а так как он загроможден и прегражден последовательно надвигающимися корпускулами спирта, то они обламывают мешающие им частицы металла и отбрасывает их сквозь спирт. Очевидно, что дело частиц кислотного спирта при растворении — вводить в поры металлов частицы воздуха, а воздуха — вновь приобретя упругость, отрывать частицы от металла.

§ 28

Для исследования и подтверждения этой теории были сделаны следующие опыты. Я налил в стеклянный цилиндрический сосуд 5 драхм крепкой водки и поместил его под колокол воздушного насоса. После того как несколькими ходами поршня был выкачан воздух, из крепкой водки стали подниматься воздушные пузырьки, частые, но мелкие. Через четверть часа я выставил растворитель на отрытый воздух и положил в него медную монетку, по-нашему называемую деньгою. Через 20 минут, прилив большое количество воды и освободив монету от грязи и приставшей влаги, я взвесил ее и нашел, что она потеряла 74 грана. Затем вторую медную монету, такую же, как первая, я положил в 5 драхм той же крепкой водки, но из которой не был изгнан воздух, в том же сосуде и выставил в том же месте для растворения. После 20 минут монета сделалась легче на 85 гранов. Этот опыт показывает, что



Вид г. Марбурга. Немецкая гравюра первой половины XVIII в.

кислотный спирт действует на металл сильнее, если содержит большее количество рассеянного воздуха, и, следовательно, каждая порция крепкой водки вносит с собою в поры металла более значительное количество воздуха; упругость возрождается скорее и чаще открывает кусочки металла.

§ 29

Затем я взял той же самой крепкой водки две одинаковые порции и налил их в два равных и одинаковых по форме сосуда, в один и тот же момент бросил в каждый по медной монетке, по-нашему, по *полушке*, каждая из которых весила 50 гранов; одну оставил на открытом воздухе, другую поместил под колокол воздушного насоса. Обе монеты сперва растворялись с одинаковым вскипанием растворителя. Но когда несколькими ходами поршня был откачан воздух из колокола, растворитель стал кипеть гораздо сильнее — пузырьки были больше, и они выделялись чаще, чем в предыдущем опыте. По истечении 11 минут обе монеты были одновременно вынуты из растворителя, освобождены от грязи и влаги и взвешены. Та, которая подвергалась растворению под колоколом, потеряла 10 гранов, а та, которая растворялась на открытом воздухе, потеряла 26 гранов. Итак, в этом опыте избыток меди, растворившейся в крепкой водке, которая содержала целиком весь рассеянный воздух, относительно гораздо больше, чем в предыдущем опыте, а именно: в первом опыте отношение было как 11 к 74, во втором — как 16 к 10. Объяснение этого факта таково. Крепкая водка, растворявшая металл под колоколом воздушного насоса, нагрелась и потеряла большее количество воздуха, чем в предыдущем опыте; растворитель был, таким образом, лишен большего количества рассеянного в нем воздуха и поэтому должен был действовать на металл с меньшей силою.

§ 30

Также и другие явления, сопровождающие растворение металлов, вполне отвечают предложенной теории; первое место здесь принадлежит выделению теплоты, наблюдаемому при кипении растворителя.

Возрожденною в порах металла упругостью воздуха отрываются частицы металла, разносятся по растворителю, воздействуют трением на частицы последнего и приводят их во вращение; а так как вращательное движение есть причина теплоты *, то не удивительно, что крепкие водки, растворяющие металл, нагреваются [15].

§ 31

Селитряный спирт с цинком дает очень большое вскипание и сильно разогревается; с железом немного меньше, еще меньше с медью, гораздо меньше с серебром, совсем мало со свинцом и ртутью. Отсюда видно, что металлы и полуметаллы [16], удельно более легкие, производят в селитряном спирте бо́льшие вскипание и теплоту, чем удельно более тяжелые, что вполне согласуется с нашей теорией. Ибо физики не сомневаются, что металлы и полуметаллы, удельно более легкие, состоят из меньшего количества связанной материи, следовательно, обладают бо́льшими или более частыми порами, чем удельно более тяжелые металлы. Следовательно, в них содержится большее количество рассеянного воздуха; с растворителем добавочно вносится больше воздуха в поры металла и возрождается бо́льшая упругость; она действует сильнее на частицы металла, сильнее отбрасывает их, приводит в более быстрое вращение частицы селитряного спирта и порождает более значительные вскипание и теплоту.

§ 32

Если железо растворить в щелочи и осадить уксусом, то селитряный спирт растворяет получившуюся известь без шипения [17]. Точно так же при сливании раствора медной зелени в перегнанном уксусе с крепкой водкою последняя вбирает в себя медь, но никакого вскипания не возникает. В обоих случаях частицы металла не имеют взаимного сцепления, следовательно, не нуждаются в той силе, которая в других случаях

* Размышления о причине теплоты и холода, § 11.

их отрывает при растворении, но эти частицы тотчас же пристают ко вносимым частицам растворителя и разносятся с ними поступательным движением. Поэтому никакого накопления частиц рассеянного воздуха не происходит, упругость не возрождается, не возникает ни вскипания, ни теплоты.

§ 33

Когда для растворения металла берутся две равных порции одного и того же кислотного спирта, но одна из них немного разбавлена прилитой водою, то таковая растворяет большее количество металла, чем первая, вследствие большего количества воздуха, рассеянного в большем объеме.

§ 34

При употреблении достаточно крепкого селитряного спирта для растворения металла растворение быстро кончается, так как растворитель перестает действовать. Но если через несколько дней погрузить металл в тот же самый спирт, то снова растворится довольно значительное количество его. Очевидно, когда идет бурное растворение, то спирт настолько оскудевает воздухом, что не может больше действовать на металл; но когда с течением времени он от окружающего воздуха получил воздушные частицы в свои поры, то снова приобретает способность растворять.

§ 35

Высшая степень достоверности приобретается в физических вопросах, если положения, выведенные и доказанные a priori и подтвержденные явлениями и опытами, соответствуют также и математической проверке. Чтобы довести предложенную теорию до этой степени очевидности, мы должны показать, что упругость воздуха, возродившаяся в поре металла, достаточна для отрывания его частицы.

§ 36

Для этого прежде всего надо рассмотреть, какая сила требуется, чтобы произвести такое действие, т. е. насколько прочно взаимное сцепление частицы, которую сила воздуха, возродившаяся в поре металла, отрывает от поверхности последнего. Знаменитый Мушенбрук[18] нашел на опыте, что для разрыва медной проволоки, диаметр которой составляет $\frac{1}{10}$ дюйма рейнского фута[19], разделенного на 12 равных частей, или $1\frac{19}{120}$ линии королевского парижского фута, требуется $299\frac{1}{4}$ амстердамских фунтов, каковой фунт равен парижскому. Под микроскопом, увеличивающим диаметр тела в 360 раз, я наблюдал, что мельчайшие частицы меди, растворенной в селитряном спирте, имеют видимый диаметр в $\frac{1}{2}$ линии парижского фута, так что истинный их диаметр равен $\frac{1}{720}$ линии. Представим себе проволоку, состоящую из таких частиц, расположенных друг подле друга непрерывным рядом и связываемых силою сцепления, так что диаметр проволоки равен диаметру самих частиц. Так как силы, необходимые для разрыва однородных тел, находятся в двойном отношении диаметров самих тел, то потребная для разрыва этой тончайшей нити сила относится к весу $299\frac{1}{4}$ фунтов, как квадрат диаметра той же проволоки к квадрату диаметра проволоки, разорванной грузом в $299\frac{1}{4}$ фунтов, т. е. $\left(\frac{1}{720}\right)^2 : \left(1\frac{19}{120}\right)^2 = \left(\frac{1}{720}\right)^2 : \left(\frac{834}{720}\right)^2 = 1 : 695\,556$; следовательно, он равен $\frac{1197}{2\,782\,224}$ фунта, или $3\frac{846\,288}{2\,782\,224}$ грана. Эта сила равна силе сцепления частиц меди, отрываемой упругостью воздуха, которая возродилась в поре металла.

§ 37

Кто наблюдает воздух, кучно вырывающийся из металла во время растворения, тот легко допустит, что он занял бо́льшую часть пузыря, привязанного к горлу сосуда (§ 25). Мы, правда, не отрицаем, что к

пузырькам, поднимающимся из меди и направляющимся через спирт к поверхности его, прибавляются частички воздуха, рассеянные в растворителе, также входящие в пузырь и раздувающие его; но это происходит только в начале растворения. Ибо если оно более продолжительно, пузырьки, вырывающиеся из металла, не только делаются менее крупными, но даже совершенно исчезают, прежде чем достигнут поверхности растворителя, так как жаждущий воздуха растворитель (§ 25) снова распределяет их по своим порам; это мы наблюдали не только для меди, но и для свинца и ртути во время их растворения. А вследствие этого не меньшее количество воздуха, возродившегося в металле, снова рассеивается по порам растворителя, не входя в пузырь, чем сколько вошло в пузырь при начале растворения из поднимающихся пузырьков. Заметь к тому же, что немедленно после растворения, по прилитии постоянной щелочи [20], спирт сильно вскипал — ясный признак, что в порах его после процесса растворения оставалось большое количество воздуха. Чтобы не казалось, что мы допускаем нечто произвольное, примем, что 1312 частей (§ 25) расширившегося воздуха попали в пузырь из пор растворителя, а остальные 1000 частей действительно возродились и расширились в порах металла. Тогда объем растворенного металла относится к объему воздуха, возродившегося в его порах и расширившегося в пузыре, как 1 к 1000; следовательно, при отрыве любой частицы меди действовало количество расширившегося воздуха, относящееся к самой частице по объему, как 1000 к 1; поэтому диаметр пузырька расширившегося воздуха, после отрыва корпускулы, относится к диаметру корпускулы, как 10 к 1, т. е. равен $\frac{1}{72}$ линии.

§ 38

Кубический дюйм ртути имеет вес 8 унций 6 драхм 8 гранов. Следовательно, поддерживаемый давлением атмосферы цилиндр ртути, высотою 28 парижских дюймов, диаметра $\frac{1}{72}$ линии, весит около $\frac{7\,838\,595\,072}{63\,207\,309\,312}$ грана; так как этот вес равен давлению воздушного столба, находящегося над пузырьком, вышедшим из поры металла (§ 37) и поддержива-

ющим этот столб, то упругость пузырька равна весу названного столба ртути. А так как этот пузырек до расширения, пока он действовал в поре металла на корпускулу, был сжат в пространство в тысячу раз более тесное (§ 37) (здесь я не учитываю узости пор: ведь воздух до возрождения упругости занимал объем не всего металла и собственная материя последнего выполняла бо́льшую часть объема), то упругость его была тогда больше в тысячу раз, т. е. была равна весу в $124\frac{888\ 717\ 312}{63\ 207\ 309\ 312}$ грана, и, следовательно, превышала силу сцепления меди (§ 37) более, чем на 2 драхмы. И потому отнюдь не удивительно, что частицы меди, оторванные от поверхности металла, столь быстрым движением отбрасываются через растворитель.

§ 39

После изложенного нам остается исследовать ту силу, которая освобождает от взаимного сцепления частицы солей, погруженных в воду, и распределяет их в воде. Чтобы выяснить это, надо прежде всего заметить, что все соли содержат значительное количество воды, обильно выделяющейся из них в приемник при отгонке; хотя от некоторых летучих солей никакой воды отделить нельзя, но по аналогии и по легкому их сочетанию с водою утверждаем то же и о них.

§ 40

Соли, растворенные в воде, при медленном выпаривании вырастают в прозрачные кристаллы, следовательно, принимают свою форму в воде; поэтому необходимо допустить, что поры солей наполнены водою. На это указывает и их прозрачность: тела пористые и сами по себе мало прозрачные, будучи напитаны водою, становятся прозрачными. Так, купорос, на медленном огне прокаленный до белизны, но так, чтобы малейшие части его не распались, делается непрозрачным; но после того как он впитает в поры подлитую воду, он снова приобретает прозрачность. Сахар, полученный кристаллизацией в воде, прозрачен, но

образовавшийся выпариванием в конических формах едва пропускает или вовсе не пропускает лучи света; однако вода, входя в поры, делает его более прозрачным.

§ 41

Так как поры солей (конечно, не прокаленных) наполнены водою, то соли, будучи погружены в воду, не могут вбирать ее в себя. Отсюда очевидно, что и воздух, рассеянный в воде, не входит в поры солей и поэтому не может ни расширяться в них от возродившейся упругости, ни действовать на частицы солей.

§ 42

Справедливость сказанного подтверждается следующим опытом. Стеклянный сосудик, наполовину наполненный водою, я поместил под колокол воздушного насоса и несколько раз повторенными ходами поршня выкачивал воздух; из воды поднимались частые воздушные пузырьки. Когда я счел воду достаточно освобожденной от воздуха, я выставил сосудик на открытый воздух вместе с другим сосудиком, равным и подобным по виду первому, в котором находилось такое же количество той же воды (из которой, однако, не был удален воздух). В оба я положил по одинаковому кусочку каменной соли, кубической формы, весом по 50 гранов. По истечении одного часа кусочек соли, которая растворилась в воде, подвергнутой откачиванию воздуха, потерял 27 гранов, а в содержащей воздух — 15 гранов.

§ 43

Из этого опыта очевидно: 1) что воздух, рассеянный в порах воды, не только не способствует растворению солей, но даже мешает таковому; как именно он мешает, мы поясняем в § 47 и тем самым подтверждаем нашу теорию; 2) необходимо заключить, что частицы соли отделяются друг от друга действием частиц самой воды.

Вид г. Фрейберга. Немецкая гравюра 1740 г.

§ 44

Когда твердые тела делаются жидкими, то частицы их приходят в более быстрое вращательное движение. Следовательно, при ожижении соли в воде ускоряется вращательное движение частиц соли. Так как соли растворяются действием частиц самой воды (§ 43), то, следовательно, частицы воды, вращаясь как частицы тела более жидкого, более быстрым круговым движением, при приближении к частицам соли, погруженной в воду, трутся о них и одновременно об однородные себе частицы воды, входящие в состав соли, и ускоряют их вращательное движение. Вследствие этого частицы соли отделяются от остальной массы и, сцепляясь с водными частицами, вместе с ними начинают двигаться поступательно и разносятся по растворителю.

§ 45

Когда какое-либо тело ускоряет движение другого, то сообщает ему часть своего движения [21]; но сообщить часть движения оно не может иначе, как теряя точно такую же часть. Поэтому частицы воды, ускоряя вращательное движение частиц соли, теряют часть своего вращательного движения. А так как последнее — причина теплоты, то нисколько не удивительно, что вода охлаждается при растворении соли.

§ 47[a]

Так как в порах воды рассеян воздух, то частицы воды, перемежающиеся с частицами воздуха, несколько разрежены, что показывает следующий опыт. Нальем воду, подвергнутую откачиванию воздуха, в сосуд с узким горлом, оставив над ней небольшое пространство, заполненное воздухом. Горлышко закроем затычкой и замажем воском, чтобы не мог входить наружный воздух. Спустя один-два дня воздух, оставленный над водою, войдет в нее и сосуд окажется полным водою: очевид-

[a] *§ 46 отсутствует в печатном тексте.*

ное указание на то, что воздух, распределившись в воде, ее расширил. Поэтому, когда соль погружена в воду, насыщенную распределенным воздухом, меньшее число частиц самого растворителя касается поверхности соли, и он действует на нее медленнее, так что растворение замедляется.

§ 48

Из перечисленных до сих пор действий, при помощи которых растворители растворяют помещенные в них тела, можно назвать первое *опосредствованным*, второе — *непосредственным*. Ибо в первом случае растворитель отрывает частицы растворяемого тела при посредстве возродившейся упругости воздуха, а во втором случае сам растворитель действует своими собственными частицами. Так как опосредствованное растворение производит теплоту, а непосредственное — холод, то эти явления должны рассматриваться как признаки того и другого.

§ 49

Кроме растворения металлов в кислотных спиртах и солей в воде, остается сказать об амальгамировании, о частичных растворениях, как-то: о вытяжках и выварках, о растворении битумов в жирных маслах и т. д.; хотя эти случаи кажутся отличающимися от первых, но мы не сомневаемся, что и эти растворения происходят либо тем, либо другим способом, либо обоими одновременно. Так как, однако, имеется мало опытов, которые что-либо дают для суждения об этом, и у нас пока не было возможности сделать новые опыты, то мы в настоящее время воздержимся от их изложения.

§ 50

В нашу задачу входило еще дать объяснение, почему удельно более тяжелые частицы металлов и солей взвешены в своих растворителях и не опускаются по обычному закону в жидкостях, удельно более легких.

Но так как все это достаточно подробно выяснено ученейшими мужами Фрейндом * [22] и Гейнзиусом ** [23], то мы не будем останавливаться на повторении того же самого.

* В лекциях по химии.

** В описании кометы 1744 г.

Перевод *Б. Н. Меншуткина*



3

О МЕТАЛЛИЧЕСКОМ БЛЕСКЕ

§ 1

Сколь разнообразные и удивительные тела рождает природа в недрах земли, хорошо знают те, кто когда-либо имел удовольствие осмотреть хорошее собрание минералов или не гнушался ползать по темным грязным рудникам. Некоторые минералы играют и роскошествуют разнообразными, прекрасными красками; и нередко, выдавая себя за что-нибудь более ценное, вводят в заблуждение не знающих минералогии. Иные же покрыты грубой одеждою и обманывают взоры людей неопытных, представляясь чем-то презренным: так, наружность благородных металлов часто бывает невзрачной, а металлов низких — прикрашенной. Наконец, многие из минералов обладают фигурою, свойственной обычно обитателям поверхности земли или воздуха, или вод; это — или действительно существовавшие животные и растения, за очень продолжительный промежуток времени приобревшие твердость камня, или настоящие минералы, принявшие их фигуру старанием прихотливой природы.

§ 2

С таким же изумлением видим мы у металлов, которые применяем уже очищенными, присущее столь твердому телу свойство тягучей и

податливой ковкости и наблюдаем, что эти тела — самые достойные света дня и столь блестящие — находятся в невидимых недрах гор. Именно этими качествами они наиболее резко отличаются от остальных тел, так что их уместно определить как блестящие ковкие тела.

§ 3

Только что названные качества, составляющие видовое отличие металлов от других тел, присущи одним из них в большей степени, чем другим. Так, некоторые довольно легко действием огня превращаются в пепел и стекло [1], теряя блеск и ковкость; остальные же этому почти или совершенно не подвержены. Этим дают обозначение благородных, тем — неблагородных. К первым относятся золото и серебро, а остальные четыре, именно медь и олово, железо и свинец,— к последним.

§ 4

Качества тел не могут претерпеть какое-либо изменение без того, чтобы не произошло какого-нибудь изменения в нечувствительных частях их. А изменение в теле может произойти только тогда, если к нему что-либо прибавится или уйдет от него, или переменят расположение его части. Неблагородные металлы при обжигании выделяют пары, поражающие чувство обоняния и вызывающие кашель. Свинец, переводимый в стекло силою огня в пробирной печи, испускает дым, видимый для глаз; эти явления ясно свидетельствуют, что обжигание и остеклование неблагородных металлов происходят вследствие удаления некоторых частей их [2].

§ 5

Хотя обожженные металлы увеличиваются в весе [3], откуда можно было бы заключить, что это изменение совершается от прибавления какой-то посторонней материи, однако 1) восстановление металлов, ниже (§ 10 и 11) упоминаемое, свидетельствует об удалении материи; 2) как и металлы, которые, будучи переведены в стекло, теряют в

DE TINCTVRIS METALLORVM.

AVCTORE
Michaele Lomonoſow.

§. 1.

Quam varia, eaque admiranda corpora in penetralibus terrae natura progenerat, iis abunde conſtat, quibus ſplendidiora Minerophylacia aliquando perluſtrare fuit volupe, vel quos tenebroſas et ſquallidas fodinas perreptare non diſtaeduit. Quaedam enim diuerſis iisque elegantibus coloribus ludunt atque ſuperbiunt; nec raro precioſius aliquid mentiendo minerologiae ignaris imponunt. Nonnulla autem ſordido velamine adoperta ſunt, et vilius quicquam repraeſentando, imperitorum oculos eludunt. Ita nobilium metallorum facies plerumque obſuſcatur, fucatur ſaepe ignobilium. Denique plurima eorum figuras praeſeferunt, quae alias telluris ſuperficiem, vel aera, aut aquas incolunt; eaque tum vera animalia aut vegetabilia ſunt, et longiſſimo aeuo petream duritiem induere; tum mera mineralia ſunt, et ludentis naturae induſtria eorum figuram ſibi ad ſciuerunt.

§. 2. Nec metallorum, quae iam defaecata in vſum adhibemus, ſine pari admiratione poſſumus indolem contemplari, quod tam duro corpori tenax tractabiliſque inſit ductilitas, quodque caecos montium receſſus tam fulgida et luce dieque digniſſima corpora occupent. Atque iſtae quidem ſunt, qualitates, quae metalla a reliquis corporibus optime diſtinguunt, vt ea per corpora fulgida et ductilia congrue definiri poſſint.

§. 3.

Первая страница печатной работы М. В. Ломоносова «О металлическом блеске»

абсолютном весе, 3) что увеличение веса в обожженных телах может происходить от совсем иной причины, чем от прибавления какой-либо внешней материи, согласится всякий, кто не отрицает, что тяготительная материя должна сильнее действовать на бока корпускул, освободившиеся от взаимного касания при прокаливании.

§ 6

Но если частицы какого-нибудь смешанного тела, которые подобны всему телу в отношении частных качеств и по составу, извлекаются силою огня или каким-либо другим способом, то тело не претерпевает какого-либо изменения качеств, но лишь уменьшается его масса. Это и происходит при перегонке ртути или возгонке серы. Но неблагородные металлы изменяют свой вид при обжигании и стекловании (§ 3). Итак, очевидно, что они — тела смешанные и что во время прокаливания и остеклования из них удаляется некоторая летучая составная часть [4].

§ 7

До тех пор, пока эта летучая составная часть неблагородных металлов находится в них, остаются неприкосновенными блеск металла и ковкость его; а как только ее изгонит ярость огня, эти металлы разрыхляются в пепел и, наконец, сплавляются в хрупкую не блестящую массу. Из этого всего ясно, что блеск и ковкость низких металлов зависят от этого летучего начала.

§ 8

Хотя благородные металлы, месяцами подвергаемые действию самого сильного огня, не поддаются его силе, однако аналогия дает весьма сильный довод в пользу того, что достаточное основание их блеска и ковкости находится в некоторой летучей составной части, которая соединена с постоянной составной частью их гораздо прочнее. Имеются

и свидетельства известных химиков, согласно которым золото и серебро медленным и продолжительным обжиганием можно превратить в пепел * [5]. Это будет более очевидно из сказанного ниже (§ 14, 15, 19).

§ 9

Так как помянутая летучая составная часть металлов сообщает им металлический вид и как бы осветляет их блестящим цветом, то ей уместно дать название блеска.

§ 10

Селитра, хотя бы подвергалась действию пламени в тигле вплоть до красного каления, совершенно не загорается пламенем, если к ней не прибавить тела, содержащего горючую материю: тогда она вспыхивает мгновенным пламенем. Неблагородные металлы в опилках дают с этой солью в огне вспышку; отсюда вполне очевидно, что в неблагородных металлах находится некоторая горючая материя. Когда таковая выгнана взрывом, то остаток металла обращается в стеклующуюся массу. Поэтому совершенно очевидно, что блеск неблагородных металлов состоит, главным образом, из того горючего вещества, которое обычно у химиков зовется флогистоном [6].

§ 11

Справедливость сказанного подкрепляет и самое восстановление металлов, которое вновь дает стеклам и металлическим окалинам блеск и ковкость. Ибо для восстановления металлов необходимо требуется флогистон [7]. Так называемой черный флюс, который обычно применяется для этой цели, есть не что иное, как уголь винного камня, сожженного с селитрою. Свинцовый глёт с порошком древесного угля, оловянная окалина с углем сожженного сала [8] при прокаливании в огне с серою и

* Шталь в Трактате о солях, гл. 31.

табаком вновь приобретают вид металла. А все названные тела насыщены горючей материей.

§ 12

И другие операции химии доказывают то же самое. Так, при растворении какого-нибудь неблагородного металла, особенно железа, в кислотных спиртах из отверстия склянки вырывается горючий пар, который представляет собою не что иное, как флогистон [9], выделившийся от трения растворителя с молекулами металла * и увлеченный вырывающимся воздухом с более тонкими частями спирта. Ибо 1) чистые пары кислых спиртов невоспламенимы; 2) извести металлов, разрушившихся при потере горячих паров, совсем не могут быть восстановлены без добавления какого-либо тела, изобилующего горючей материей.

§ 13

Когда железо растворяется в самом концентрированном купоросном масле, то на дно падает черный порошок, который оказывается настоящею серою **. Последняя состоит из флогистона и серной кислоты [10], свойства которой тождественны со свойствами купоросной кислоты. Следовательно, к купоросной кислоте, растворяющей железо, присоединяется флогистон железа, и так составляется сера.

§ 14

Согласно Бехеру *** [11] из ила, напитанного льняным маслом, скатанного в шарики, затем обожженного и отмытого от более легкой земли, образуется черный порошок; из него магнитом извлекается железо, в котором есть золото; это никогда не удается без льняного масла. Для приготовления бронзы из меди берут каламин [12] и к нему прибавляют

* Наша диссертация о действии химических растворителей, § 14 и 31. Нов. комм., т. I.

** Шталь в Трактате о сере.

*** О песчаной руде, лит. А.

растертый древесный уголь для того, чтобы части этого минерала, обладающие природою металла, восстановились и могли соединиться с медью *.

§ 15

Приведенными до сих пор фактами достаточно устанавливается справедливость положения, выдвинутого нами в § 10. Хотя все сказанное там относится более к неблагородным металлам, однако легкое соединение таковых с благородными металлами при сплавлении совершенно ясно указывает на однородность имеющегося в них блеска, тем более, что окраска благороднейшего из всех металлов усиливается флогистоном неблагородных металлов. Так, более красивый цвет золоту придает железистый или медистый королек сурьмы, который посредством плавления насыщен флогистоном железа или меди. Когда применяют при очищении металлов крепкие водки, то стараются удержать в них выделяющиеся при растворении тонкие (и притом воспламеняющиеся, § 12) пары [13], внося металл очень небольшими порциями в растворитель ** [14], чтобы при помощи этих паров извлечь золото из природного серебра.

§ 16

Что металлы получают блеск в недрах земли, вполне очевидно доказывают не только золото, серебро и медь, часто находимые самородными, но о том же говорят и те металлы, которые встречаются в соединении с другими минералами. Так, селитряный спирт растворяет некоторые колчеданы, изобилующие железом; при этом сера, которая образует их в соединении с металлом, падает на дно в виде порошка *** [15]. Это — очевидное указание на то, что железо, даже находящееся в жилах, не лишено своего флогистона, так как металл, лишенный своего

* Шталь в Трактате о сере.

** Кункель в Химической лаборатории, ч. III, глава 26.

*** Шталь О сере.

флогистона, отнюдь не подвергается действию селитряного спирта. Заметь к тому же, что с обожженными металлами сера не дает минералов, а с необожженными дает.

§ 17

Предусмотрительность высшего божества сделала так, что род человеческий, рассеянный на поверхности земли, какую бы часть ее ни населял, всюду находит металлы, необходимые для удовлетворения своих потребностей. Так как для образования их требуется огромное количество дающего блеск флогистона, то премудрость того же провидения наполнила в изобилии глубочайшие недра гор жирным минералом, который мы называем серою, благодаря чему металлы были созданы не только некогда, в младенческие времена мира, но рождаются в большом количестве и до сего дня *.

---

* Многие, впрочем, уверены, что все металлы были при сотворении мира созданы богом там, где они теперь открываются трудами рудокопов. Однако существуют весьма веские данные, подтверждающие обратное, и некоторые из них желательно привести и здесь. В шведской провинции Ангерманнии жители разрабатывают железную жилу на дне озера; и когда со дна извлечено все вещество, так что ничего больше не остается, то через 20—30 лет она снова возрождается, и снова производится сбор [α]. В Тосканском герцогстве, в горе Везулан, имеются свинцовые рудники, где колодцы и подземные ходы, после извлечения руды, через 10 лет снова наполняются и снова разрабатываются [β]. Остров Ильва [Эльба] Тосканского моря очень богат железом; на нем выработанный метал через 10 лет возрождается вновь [γ], как это было уже и в древние времена, согласно свидетельству Марона [υ]: «Остров Ильва изобилует неисчерпаемыми железными рудами». В руднике Св. Лаврентия, в Абертамии, истощившемся 20 лет назад, было найдено самородное серебро, родившееся на деревянном бруске [ε]. Из всех доказательств, однако, самым веским является часто наблюдаемое рудокопами насыщение бесплодных жил испарениями и разрушение богатых жил, что немцы называют выветриванием.

α Сведенборг. Сочинения по философии и металлургии, т. II, класс I, § 4.

β Брукман. Сокровищница бога, т. I, глава 10.

γ То же, там же.

υ Энеида, кн. X, стих 174.

ε Ленгейс. Отчет о горных рудниках, ч. I [16].

§ 18

Земля в своих недрах содержит такое количество серы, что не только ею заполнены подземелья (не известен ни один рудник и ни один род металла, который бы не содержал серы) * [17], но это ископаемое выделяется даже на поверхности земли. На островах жаркой Индии и холодной Исландии горы выбрасывают столько серы, что покрытые ею они издали кажутся как бы позолоченными. Минеральные источники нередко выносят природный серный цвет. Кроме всего другого, об этом свидетельствует и пламя вулканических гор, где сера не может сгореть, хотя горит громадным пламенем в течение многих веков.

§ 19

Что именно флогистон серы придает блеск металлам в земле, доказывает следующее: 1) сера, превращенная в порошок и растертая с песком или илом и обработанная таким образом, как сказано в § 14 об иле и льняном масле, дает металл **. 2) Она же окрашивает металлы в более яркие цвета, что можно видеть в сверкающих минералах свинца, как и в железном серном колчедане и в медном пирите. 3) Золото, медленно растираемое со слюною и водою, издает серный запах *** 4) Но еще большее подкрепление приносит полное тождество названного флогистона. Действительно, подобно тому как металлы восстанавливаются из окалин и стекол обыкновенным древесным углем (о чем сказано выше, § 11), так и сера возрождается из купоросного масла, которое в соединении с постоянной щелочью по прибавлении порошка угля сперва переходит в печень, а из профильтрованного водного ее раствора прибавленный перегнанный уксус осаждает серное молоко.

* Ленгейс. Отчет о горных рудниках, ч. I.
** Шталь. Основ. хим., стр. 102, § 14 [18].
*** Шталь. Основ. хим., в главе о золоте.

§ 20

Впрочем, металлы значительно различаются друг от друга как блеском, так и ковкостью: причину этого различия должно искать в остальных составных частях металлов, которые, будучи примешаны к флогистону в разных отношениях, закрепляются вместе с ним на поверхности каждой корпускулы металлического смешения. Ведь так как блеск и ковкость происходят от флогистона, то, следовательно, в металлах более блестящих и более ковких флогистон расположен более густо на поверхности их, чем в тех, которые меньше блещут и менее ковки. И где флогистон менее густо прилегает к поверхности корпускул смешения, там частицы других составных частей должны быть вкраплены между ними и проглядывать сквозь их промежутки.

§ 21

Мы убеждаемся на основании достаточно веских фактов, что кислотное начало примешано к блеску некоторых металлов, и в каждом — в различном количестве. Ибо металлы получают свой флогистон из серы (§ 17, 18); поэтому вероятно, что и кислота серы соединяется с самими металлами. Наконец, неблагородные металлы, именно медь и железо, которые менее ковки и менее блестят, чем более благородные, содержат меньшее количество флогистона (§ 20), однако обладают связывающим качеством, присущим кислым телам. Далее, все металлы растворяются кислотными спиртами, и тем быстрее, чем они более вяжущие. Так как растворению тел в растворителях очень содействует их однородность * [19], не приходится сомневаться, что в металлах, особенно вяжущих, вместе с флогистоном находится и кислота. Поэтому не без основания Сведенборг ** [20] считает входящей в состав железа сырую серу, именно кислоту серы, соединенную с флогистоном. Сравним опыт, описанный у славнейшего Потта *** [21], который из ме-

* Наша диссертация о действии растворителей, § 10. Нов. комм., t. I.

** Сочинения по философии и металлургии, т. II, о железе, класс I, § 1.

*** Диссертация о серах металлов, § 4.

таллов, растворенных в селитряном спирте, осажденных обыкновенной солью или ее спиртом и перегнанных со ртутью, по его словам, получил настоящую киноварь. Сюда же относится тот факт, что серебро, сплавленное с серою, превращается в мягкий минерал — «стеклянную руду», похожую на свинец: так, по прибавлении серы металл, до того благородный, весьма ковкий и блестящий, приближается по характеру к неблагородному металлу.

§ 22

Мышьяк обладает свойством придавать металлам блеск; олову придает твердость и звон и делает его более плотным; медь и железо отбеливает, а соединенный с неблагородными металлами сплавлением при более длительной обработке облагораживает часть их * [22]. Поэтому весьма вероятно, что в состав блеска металлов входит некоторая мышьяковистая часть (особенно металлов, которые добываются из жил чаще в соединении с мышьяком, чем с серою) и что благодаря ей они от других отличаются блеском и крепостью. Это можно с достаточным основанием утверждать прежде всего об олове.

Действительно: 1) этот металл всегда находят в содержащей мышьяк породе; 2) ковкость его много уступает вязкости не только благородных, но даже и некоторых из неблагородных металлов; а ковкость понижается некоторым началом, чужеродным огненной материи, примешанным к блеску (§ 19). Мы не решаемся приписать это кислоте [23], так как олово менее стиптично [24], чем другие более ковкие металлы; 3) олово охотнее растворяется в спиртах, содержащих кислоту соли. Насколько оно аналогично мышьяку, можно увидеть из того, что олово, сплавленное с серебром в роговое вещество и возогнанное, дает ядовитую материю, напоминающую по внешнему виду мышьяк.

§ 23

Существует сильное подозрение, что также и в флогистоне серебра и меди находится некоторая мышьяковистая составная часть, так как

* Потт в диссерт. об анат. аурипигмента, § 13.

оба они часто добываются из земли в соединении с мышьяком. Когда жила мышьяковистой меди, сложенная в кучи, подвергается сушению огнем в течение месяца и больше для подготовки к выплавке, то вырастают прекраснейшие медные волокна, играющие всеми цветами радуги и вполне заслуживающие названия дерева Венеры. Это же мне удалось видеть у славнейшего Генкеля несколько раз для красной серебряной руды, названной «ротгюльден». Названный автор месяцами нагревал в песке глыбу мышьяковистого серебра, регулируя силу огня таким образом, чтобы мышьяк, хоть и очень медлительно, мог возгоняться. Тогда серебро после улетучивания мышьяка вытянулось в тонкие волокна. Оба эти опыта наглядно показывают однородность мышьяка с серебром и медью.

§ 24

Сказанное (в § 20—23) находит немаловажное подкрепление в том, что сера и мышьяк, прибавленные в больших количествах к металлам и сплавленные с ними, почти совершенно уничтожают ковкость их. Поэтому мы подозреваем, что королек сурьмы, цинк и висмут не что иное, как металлы, содержащие более тесно соединенные с ними в избыточном количестве серу или мышьяк, или оба вместе, и поэтому сделавшиеся хрупкими.

§ 25

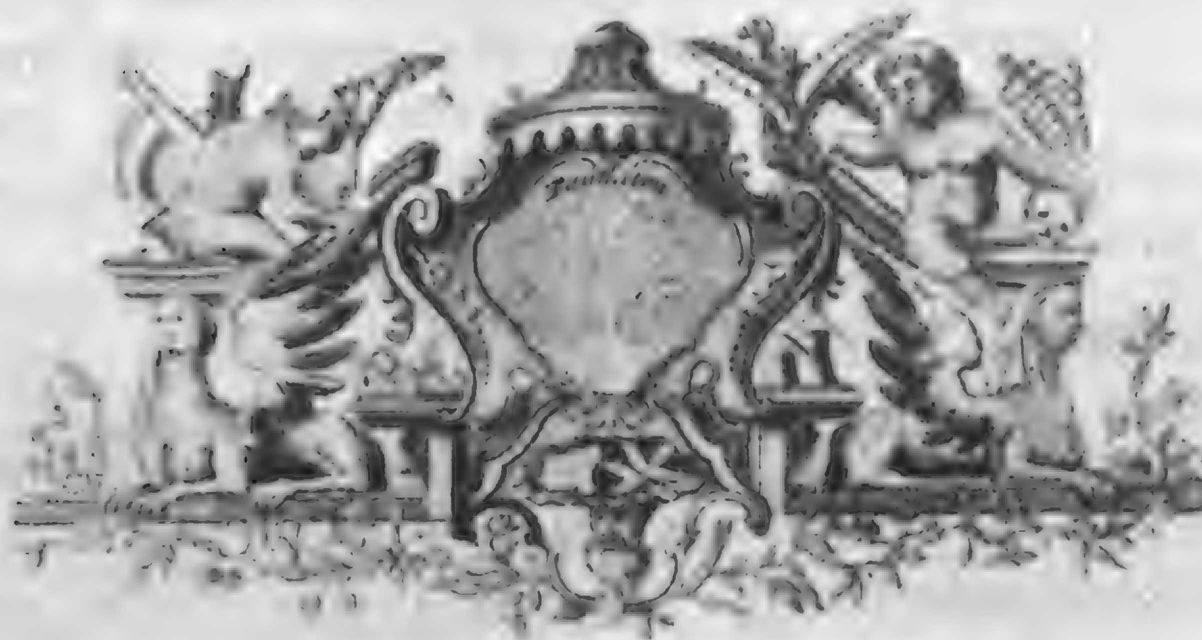
Так как приобретению блеска немало содействует равномерное расположение частей, при котором солнечные лучи отражаются параллельно и больше блестят, чем беспорядочные, то не удивительно, что у названных выше полуметаллов сохраняется некоторый блеск, хотя они и не обладают какой-либо ковкостью.

§ 26

Чтобы все это изложить более ясно и строже доказать, мы могли бы привести еще многое, может быть никогда еще не предложенное,

COMMENTARII
ACADEMIAE
SCIENTIARVM
IMPERIALIS
PETROPOLITANAE.

TOMVS XIV.
AD ANNVM MDCCXLIV - XLVI.



PETROPOLI.
TYPIS ACADEMIAE.
MDCCLI.

Титульный лист т. XIV «Commentarii Academiae scientiarum imperialis Petropolitanae», где была напечатана работа М. В. Ломоносова «О металлическом блеске»

что мы замыслили уже несколько лет тому назад; но отсутствие химической лаборатории * мешает нам произвести самые опыты, а потому мы лишены выводимых из них доказательств.

§ 27

Правда, нам хорошо известно, что имеется несколько опытов, показывающих, как извлекать серу и блеск из металлов; эти опыты можно видеть в сочинениях Исаака Голландского[25] и в диссертации славного Потта о серах металлов. Но нелегко поверить, что эти составные части металлов могут быть выделены сами по себе в чистом и подлинном виде, когда для их извлечения предписывается брать соляные и сернистые тела. Хотя последние скрыты под благозвучным названием раскрывателей, мы, однако, не можем не заподозрить, что применяемое для раскрывания металлов средство, соединившееся со смешанными корпускулами металлов, очень часто, если не всегда, выдается за то, что надлежит найти.

§ 27 [a]

Прежде чем закончить, считаем небесполезным присовокупить некое основанное на аналогии предположение о превращении металлов, вытекающее, как мы полагаем, из превращения их блеска, которым мы занимались.

§ 28

Кто хоть с порога заглянул в спагирическое искусство[26], тот знает, что более слабые кислоты изгоняются из солей более сильными и как бы осаждаются. Так, уксус по прилитии соляного спирта удаляется из поташа; сам же он уступает место селитряному спирту, который изго-

* Именно, когда была писана эта диссертация — в 1745 г. Она, однако, была выстроена в 1748 г. при президенте Академии сиятельнейшем графе Разумовском.

[a] Цифра параграфа повторяется в печатном тексте.

няется наиболее крепкой из кислот, какова серная. Серная кислота считается химиками самой чистой из всех и наиболее свободной от инородных частей; ибо они утверждают, что в селитряном спирте имеется нечто горючее, в соляном — нечто мышьяковистое; что уксус загрязнен пригорелыми продуктами, показывает его перегонка через песок. Кислые частицы все более и более ослабляются при этом процессе и делаются менее способными прочно присоединять к себе щелочи. С этим согласуется их удельный вес; а именно, чем концентрированнее кислотный серный спирт, тем больший имеет он удельный вес: очевидно, что тяжесть спиртов увеличивается от кислотных частиц. Так, кубический дюйм купоросного масла [27], который того же естества, как и серный спирт, весит 7 драхм 59 гранов, селитряного спирта — 6 драхм 24 грана, соляного спирта — 5 драхм 49 гранов, перегнанного уксуса — 5 драхм 11 гранов *.

§ 29

Мы считаем, что природа, при превращении металлов, может поступать подобным же образом, опираясь на помощь мастеров химического искусства. Более концентрированный флогистон, окрашивая более благородные металлы, пристает к ним прочнее. Итак, если кто-нибудь, очень сведущий в химическом искусстве, обладает самым концентрированным и тщательнейше очищенным от инородных примесей флогистоном, то мы верим, что он сможет, изгнав нечистый блеск, осадить и превратить более низкие металлы в благороднейший металл.

* Эйзеншмидт в новом рассуждении о весах и мерах, стр. 174.

Перевод *Б. Н. Меншуткина*



4

РАЗМЫШЛЕНИЯ О ПРИЧИНЕ ТЕПЛОТЫ И ХОЛОДА

§ 1

Очень хорошо известно, что теплота * возбуждается движением: от взаимного трения руки согреваются, дерево загорается пламенем; при ударе кремня об огниво появляются искры; железо накаливается от проковывания частыми и сильными ударами, а если их прекратить, то теплота уменьшается и произведенный огонь в конце концов гаснет. Далее, восприняв теплоту, тела или превращаются в нечувствительные частицы и рассеиваются по воздуху, или распадаются в пепел, или в них настолько уменьшается сила сцепления, что они плавятся. Наконец, зарождение тел, жизнь, произрастание, брожение, гниение ускоряются теплотою, замедляются холодом. Из всего этого совершенно очевидно, что *достаточное основание теплоты заключается в движении.* А так как движение не может происходить без материи, то необходимо, чтобы *достаточное основание теплоты заключалось в движении какой-то материи.*

---

* Под каковым именем мы понимаем и более напряженную ее силу, обычно называемую огнем.

§ 2

И хотя в горячих телах большей частью на вид не заметно какого-либо движения, таковое все-таки очень часто обнаруживается по производимым действиям. Так, железо, нагретое почти до накаливания, кажется на глаз находящимся в покое; однако одни тела, придвинутые к нему, оно плавит, другие — превращает в пар; т. е., приводя частицы их в движение, оно тем самым показывает, что и в нем имеется движение какой-то материи. Ведь нельзя отрицать существование движения там, где его не видно: кто, в самом деле, будет отрицать, что, когда через лес проносится сильный ветер, то листья и сучки дерев колышатся, хотя при рассматривании издали и не видно движения. Точно так же, как здесь вследствие расстояния, так и в теплых телах вследствие малости частиц движущейся материи движение ускользает от взора; в обоих случаях угол зрения так остр, что нельзя видеть ни самых частиц, расположенных под этим углом, ни движения их. Но мы считаем, что никто — разве что он приверженец скрытых качеств — не будет теплоту, источник стольких изменений, приписывать материи спокойной, лишенной всякого движения, а следовательно, и двигательной силы.

§ 3

Так как тела могут двигаться двояким движением — *общим,* при котором все тело непрерывно меняет свое место при покоящихся друг относительно друга частях, и *внутренним,* которое есть перемена места нечувствительных частиц материи, и так как при самом быстром общем движении часто не наблюдается теплоты, а при отсутствии такового движения наблюдается большая теплота, то очевидно, что *теплота состоит во внутреннем движении материи.*

§ 4

В телах материя двоякого рода: *связанная,* именно движущаяся и производящая напор вместе со всем телом, и *протекающая,* подобно реке, через поры первой. Спрашивается, которая из них, приведенная

в движение, производит теплоту? Чтобы ответить на этот вопрос, надо обратиться к главным явлениям, наблюдаемым для горячих тел. Рассматривающему их ясно, что 1) в телах имеется тем больше теплоты, чем плотнее их связанная материя, и наоборот. Так, рыхлая пакля загорается бо́льшим пламенем, но дающим гораздо меньше жару, чем она же, сжатая более плотно. Соломою, которая в обычных условиях горит легким пламенем, обитатели плодородных областей России, лишенных лесов, пользуются вместо дров, предварительно связав ее в плотные, толстые жгуты. Более пористые дрова при горении дают меньше жара, чем более плотные, а ископаемые угли, содержащие в своих порах каменистую материю, производят более сильный жар, чем древесные угли, имеющие, наподобие губок, пустые промежутки. Затем, воздух нижней атмосферы, который плотнее воздуха более высокой атмосферы, более чем последний согревает обтекаемые им тела, как свидетельствуют теплые долины, окруженные покрытыми вечным льдом горами. 2) Более плотные тела в том же объеме содержат, конечно, больше связанной материи, чем протекающей. А так как из законов механики известно, что количество движения тем значительнее, чем большее количество материи находится в движении, и наоборот, то если бы достаточное основание теплоты заключалось во внутреннем движении протекающей материи, более редкие тела, в порах коих находится больший запас протекающей материи, должны были бы обладать большей емкостью для теплоты, чем более плотные. Но так как, наоборот, количество теплоты скорее соответствует количеству связанной материи тел, то очевидно, что *достаточная причина теплоты заключается во внутреннем движении связанной материи тел.*

§ 5

Эта истина подтверждается действием небесного огня, направляемого на тела зажигательными приборами: по удалении из фокуса этот огонь в них сохраняется тем дольше, чем они плотнее, так что в самом разреженном из тел — воздухе — она не остается ни на малейшее

ощутимое время. Сюда же присоединяется, что теплота оказывается различной, в соответствии с различной тяжестью и твердостью тел, и опыт показывает, что интенсивность ее пропорциональна весу тела, соответствующему степени сцепления его частей,— очевидное указание на то, что связанная материя тел есть материя их теплоты. И хотя связанная материя двояка — собственная, из которой состоит тело, и посторонняя, находящаяся в пустотах, лишенных собственной материи, однако, так как обе движутся вместе с самим телом и сочетались в одну общую массу, то не может быть, чтобы при возбуждении собственной материи к теплотворному движению не приходила в такое же движение посторонняя материя, и наоборот,— подобно тому как теплая губка нагревает проникающую в поры ее более холодную воду и, обратно, более теплая вода согревает более холодную губку.

§ 6

Внутреннее движение мы представляем себе происходящим трояким образом: 1) нечувствительные частицы непрерывно изменяют место или 2) вращаются, оставаясь на месте, или, наконец, 3) непрерывно колеблются взад и вперед на нечувствительном пространстве, в нечувствительные промежутки времени. Первое мы назовем *поступательным*, второе *вращательным*, третье *колебательным* внутренним движением. Теперь следует рассмотреть, которое же из этих движений производит теплоту. Чтобы это выяснить, мы примем за основу следующие положения. 1) *То внутреннее движение не есть причина теплоты, отсутствие которого будет доказано в горячих телах.* 2) *Не является причиной теплоты и то внутреннее движение, которое имеется у тела менее горячего, чем другое тело, лишенное этого движения.*

§ 7

Частицы жидких тел связаны друг с другом так слабо, что растекаются, если не сдерживаются каким-либо твердым телом, и не требуется почти никакой внешней силы, чтобы уничтожить их сцепление, но

они могут самопроизвольно расходиться, удаляться друг от друга и двигаться поступательно. Поэтому на жидкости нельзя запечатлеть постоянные знаки, но все они мгновенно исчезают. Имеется ли налицо в каждом жидком теле, даже более холодном, чем жизненный уровень тепла, внутреннее поступательное движение или нет, не будем здесь исследовать; мы не сомневаемся, что для нашей цели достаточно будет показать, что есть очень много случаев, в которых оно проявляется совершенно ясно. Для этого начнем прежде всего с растворов солей в воде. Неизменно наблюдается, что вода, на ощущение совершенно спокойная, сообщающая руке ощутительный холод, растворяя помещенные на дно сосуда соли — морскую, селитру, нашатырь, разносит их по всему своему объему. А так как это может происходить лишь если частицы воды удаляют молекулы соли, оторванные от куска, то вполне очевидно, что сами водяные частицы движутся поступательно, когда растворяют какую-либо соль. То же — никто не станет отрицать этого — происходит и в ртути, когда она разъедает металлы и разносит их частицы; в винном спирте, при извлечении им красящих веществ из растений.

§ 8

Наоборот, частицы твердых тел, особенно более твердых неорганических, оказываются соединенными такой тесной связью, что энергично сопротивляются внешней силе, стремящейся их разъединить. Вследствие этого им невозможно самопроизвольно, разрушив связь сцепления, отойти друг от друга и двигаться внутренним поступательным движением. Поэтому даже самые незначительные знаки, вырезанные на них, сохраняются веками и уничтожаются лишь от постоянного употребления, или от действия воздуха, или от перехода самого тела в жидкое состояние. В этом отношении хорошим доказательством служит пример золота, которое, будучи нанесено на поверхность серебряных изделий, долгое время остается на ней и стирается только от частого пользования. Наоборот, оно мгновенно оставляет поверхность и распространяется по всей массе серебра, как только серебряная по-

золоченная вещь плавится на огне. Все это ясно показывает, что частицы твердых тел, особенно более твердых и неорганических, не имеют поступательного движения.

§ 9

Установив это, рассмотрим, во-первых, какой-нибудь серебряный сосуд или другой предмет из этого металла, покрытый золотом и снабженный самыми мелкими вырезанными знаками, нагретый до такой степени тепла, при которой кипит вода. Мы увидим, что золото на поверхности остается незатронутым и знаки нимало не изменившимися; самая твердость сосуда остается прежней, и этим совершенно исключена возможность отделения нечувствительных частиц. Отсюда совершенно очевидно, что тело может быть сильно нагрето без внутреннего поступательного движения. Во-вторых, сравним какой-нибудь очень твердый камень, например, алмаз, нагретый до температуры плавления свинца (что́ мастера часто делают, собираясь его шлифовать, безо всякого вреда или изменения драгоценного камня), с довольно холодною водою, растворяющей соль и тем самым еще более охлаждающейся, или со ртутью, разъедающей серебро. Первый мы найдем очень горячим без внутреннего поступательного движения, а вода и ртуть, обладающие таким движением, показывают очень малую степень теплоты. Это самым наглядным образом свидетельствует, что весьма часто тела, обладающие внутренним поступательным движением, нагреты гораздо меньше, чем те, которые не обладают таковым движением. Отсюда, в силу положений, приведенных в § 6, следует, что *внутреннее поступательное движение связанной материи не есть причина теплоты.*

§ 10

Из определения внутреннего колебательного движения (§ 6) ясно видно, что при таком движении частицы тел не могут быть в сцеплении друг с другом. Хотя расстояния, в которых совершаются их крайне

малые колебания, весьма незначительны, однако невозможно, чтобы при этом частицы не лишались взаимного касания и по большей части не оказывались вне его. Для ощутительного сцепления частиц тела требуется непрерывное взаимное соприкосновение их; следовательно, частицы тела не могут находиться в ощутительном сцеплении, если они сотрясаются внутренним колебательным движением. Но так как большинство тел при нагревании до огненного каления сохраняет очень сильное сцепление частей, то очевидно, что *теплота тел не происходит от внутреннего колебательного движения связанной материи* (§ 6).

§ 11

Итак, после того как мы отвергли поступательное и колебательное внутренние движения, с необходимостью следует, что *теплота состоит во внутреннем вращательном движении* (§ 6) *связанной материи* (§ 4) — ведь ее необходимо приписать которому-нибудь из трех движений.

§ 12

Здесь можно, однако, задать вопрос: могут ли частицы твердых тел, находясь в непрерывном и совершенном сцеплении, вращаться одна около другой? Чтобы ответить на него, достаточно вспомнить, что два куска мрамора, сложенные полированными поверхностями, легко движутся по отношению друг к другу и этому нисколько не препятствует взаимное сильное сцепление; также стеклянные чечевицы при шлифовке столь плотно пристают к быстро вращающимся формам, что не могут быть сдвинуты по линии, перпендикулярной к плоскости касания, без порчи их. Приняв это во внимание, мы можем ясно представить себе, что мельчайшие частицы тел могут вращаться одна вокруг другой, несмотря на сцепление, тем легче, чем в меньшем отношении находятся их плоскости соприкосновения ко всей поверхности. Что касается жидкостей, то вполне очевидно, что их частицы,

которые в большинстве двигаются внутренним поступательным движением, вследствие отсутствия сопротивления, производимого сцеплением, могут иметь и вращательное движение, сохраняя первое.

§ 13

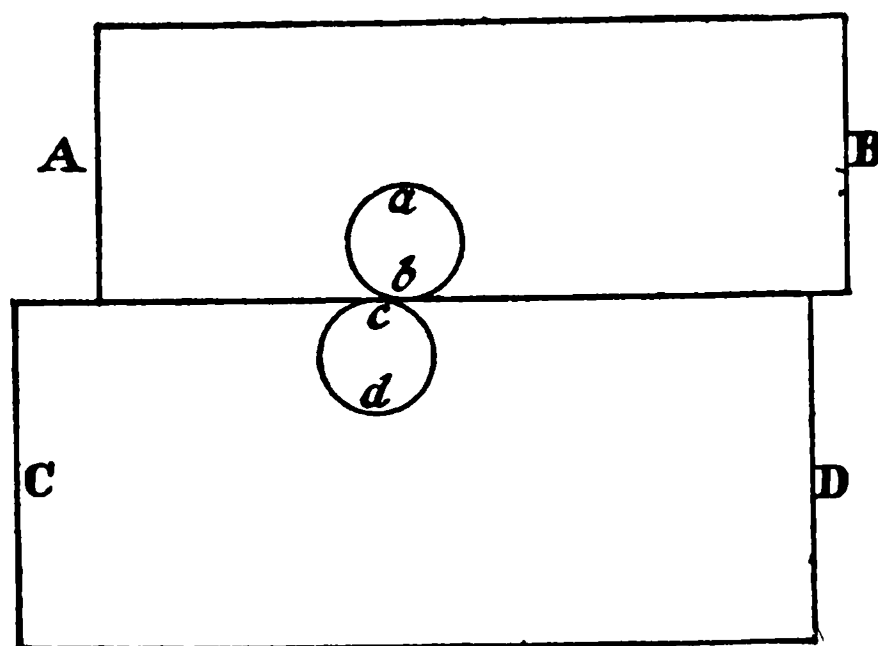
Из этой нашей теории выводятся такие следствия: 1) Для нашего теплотворного движения самой подходящей является шарообразная форма корпускул материи, так как такие частицы могут взаимно касаться только в одной точке и не производят по отношению друг к другу почти никакого трения. 2) Так как каждое движение, будучи величиной, может увеличиваться и уменьшаться, то надо то же предполагать и для теплотворного движения. Но чем больше это движение, тем значительнее будет его действие; отсюда, при увеличении теплотворного движения, т. е. при более быстром вращении частиц связанной материи, теплота должна увеличиваться, а при более медленном — уменьшаться. 3) Частицы горячих тел вращаются быстрее, более холодных — медленнее. 4) Горячие тела должны охлаждаться при соприкосновении с холодными, так как оно замедляет теплотворное движение частиц; наоборот, холодные тела должны нагреваться вследствие ускорения движения при соприкосновении. 5) Итак, когда рука ощущает теплоту в каком-либо теле, то частицы связанной материи руки приводятся в более быстрое вращательное движение; а при ощущении холода — их вращательное движение замедляется.

§ 14

Нет более надежного способа доказательства, чем способ математиков, которые подтверждают выведенные a priori положения примерами и проверкой a posteriori. Поэтому мы, чтобы развить далее нашу теорию, по примеру математиков объясним важнейшие явления, наблюдаемые для огня и теплоты, и тем подтвердим полную правильность выдвинутого в § 11 положения.

§ 15

Явление 1. При взаимном трении твердых тел одно из них движется по другому и скребет его; отсюда следует, что частицы, расположенные на поверхностях трения, ударяются друг о друга. Итак, пусть тело AB движется по телу CD из B в A; частица ab частью своей поверхности b ударяет в часть c поверхности частицы cd, так что частица ab возбудит к движению частицу cd и, наоборот, частица cd силою своего сопротивления возбудит к обратному движению частицу ab. Так как и та и другая входят в состав твердого тела, то они не могут оставить своего места и двигаться поступательно; но движение тела AB не прекращается, следовательно, частица cd будет двигаться вокруг своего центра в том направлении, в каком ее толкает частица ab; а частица ab — около своего центра в том направлении, в котором ее задерживает частица cd; т. е. обе будут двигаться вращательно. Когда, таким образом, придут во вращательное движение отдельные частицы, которые расположены в плоскости трения, то вследствие распространения трения придут во вращательное движение и остальные частицы, составляющие тела AB и CD. Отсюда ясно, каким образом твердые тела нагреваются от взаимного трения. Далее, отсюда происходят такие следствия. 1) Явление 2. Чем сильнее при трении сжимаются поверхности тел AB и CD и чем скорее они двигаются друг возле друга, тем сильнее возбуждаются к вращательному движению частицы ab и cd и тем быстрее разогреваются тела. 2) Явление 3. Так как частицы жидких тел очень слабо сцеплены друг с другом и очень легко уходят со своего места, то частицы ab и cd, если они находятся на поверхностях жидких тел, уступая место друг другу, не могут воспри-



нять то вращательное движение, которое получают частицы, входящие в состав твердого тела. Вследствие всего этого жидкие тела не только не нагреваются заметным образом от трения, возникающего между массами взбалтываемой жидкости, но не нагреваются заметным образом и твердые тела, если поверхность их смочена жидкостью.

§ 16

Явление 4. Если тереть гвоздь более длинным железным прутом, то отдельные частицы, расположенные на поверхности прута, ударяют во встречающиеся им частицы гвоздя. Но так как трущая поверхность прута больше, чем поверхность гвоздя, то в поверхность гвоздя ударяет большее число частиц, чем в поверхность прута; вследствие этого частицы гвоздя, возбуждаемые более частыми ударами, должны приходить во вращательное движение скорее, чем частицы прута. Поэтому не удивительно, что гвоздь нагревается раньше, чем прут.

§ 17

Явление 5. Когда холодное железо расковывается молотами, в особенности если они ударяют под косыми углами, то часть железной массы уступает ударам молота, надвигается на соседнюю часть, не подвергаемую ударам, и трет ее, совершенно как тело, очень тесно приложенное к поверхности другого и двигающееся по нему с сильным трением. Под влиянием более частых ударов трение между возбуждаемыми частями железной массы увеличивается, и вращательное движение частиц возрастает до того, что железо иногда накаливается докрасна. Явление 6. Совершенно то же наблюдается в любой металлической палке, в особенности не упругой, при многократном перегибании: в самом деле, части массы ее, находящиеся на выгнутой стороне, расходятся в противоположных направлениях, проходят друг по другу скребущим движением, трутся, получают вращение, и сгиб палки нагревается.

§ 18

Явление 7. Если более теплое тело A находится в соприкосновении с другим телом B, менее теплым, то находящиеся в точках соприкосновения частицы тела A, вращаясь быстрее, чем соседние с ними частицы тела B (§ 13), более быстрым вращением ускоряют вращательное движение частиц тела B, т. е. передают им часть своего движения; столько же движения уходит от первых, сколько прибавляется у вторых; т. е. когда частицы тела A ускоряют вращательное движение частиц тела B, то замедляют свое собственное. Вследствие этого, когда тело A при соприкосновении нагревает тело B, то само оно охлаждается.

§ 19

Явление 8. Далее, частицы тела B, расположенные в поверхности касания, приходя в движение, соприкасаются с другими частицами того же тела, более отдаленными от поверхности касания; эти, ускорив свое движение от взаимного трения с первыми, приводят во вращение и другие соседние, и так внутреннее вращательное движение последовательно распространяется от плоскости касания до противоположной поверхности. Наоборот, частицы тела A, находящиеся в плоскости касания, замедляются в своем движении (§ 18), а от них замедление передается соседним с ними, затем последовательно все новым и новым вплоть до поверхности, противоположной касанию. Отсюда уясняется, почему находящаяся в соприкосновении поверхность менее нагретого тела, приложенного к более горячему, нагревается раньше, чем противоположная, а соприкасающаяся поверхность более горячего тела, придвинутого к более холодному, охлаждается раньше, чем противолежащая ей.

§ 20

Явление 9. Если к противоположным поверхностям менее теплого тела A придвинуты два более теплые тела B и C, то от каждой

поверхности касания будет распространяться по направлению к другой внутреннее вращательное движение, а потому оно охватит все тело *A* быстрее, чем если бы это движение, начавшись с одной стороны, должно было распространиться до другой стороны, т. е. если бы было придвинуто только либо тело *B*, либо тело *C*. Точно так же, если тело *A* теплее придвинутых к нему с обеих сторон тел *B* и *C*, вращательное движение его частиц должно замедлиться скорее, чем если бы тело *A* было в соприкосновении с одним менее горячим телом *B* или *C* только одной стороной. Отсюда следует, что вращательное движение частиц увеличивается или замедляется тем быстрее, чем бóльшая поверхность приходит в соприкосновение с приложенным более горячим или более холодным телом. А так как поверхности подобных тел находятся в двойном, а объемы — в тройном отношении диаметров, то выясняется также, почему теплые тела одного рода и одинаковой фигуры, но большего объема, в одной и той же окружающей среде, например в воздухе, медленнее охлаждаются, а холодные медленнее нагреваются, чем если бы были того же объема.

§ 21

Явление 10. Движущиеся и покоящиеся тела оказывают сопротивление в соответствии с инерцией, как известно, пропорциональной их весу; поэтому одной и той же силой более тяжелые частицы возбуждаются к теплотворному движению труднее или, находясь в движении, замедляют таковое труднее, чем более легкие. Отсюда опять-таки очевидно, почему холодные тела, удельно более тяжелые, в одной и той же согревающей среде нагреваются медленнее, а теплые в одной и той же охлаждающей среде охлаждаются медленнее, чем удельно более легкие.

§ 22

Явление 11. Несомненно, что частицы более твердых тел сцеплены прочнее, чем частицы более мягких. Отсюда представляется

уместным дальнейший вывод, что первые связываются друг с другом бо́льшими площадями соприкосновения. Соответственно площадям соприкосновения, как можно, рассуждая далее, предполагать, и самые частицы должны быть крупнее, т. е. частицы более твердых тел должны иметь бо́льшую массу, чем частицы более мягких. К тому же частицы более твердых тел по большей части наощупь шероховаты и таким образом обнаруживают чувствам свою бо́льшую величину. Так как при прочих равных условиях тела большего объема труднее могут возбуждаться от покоя к движению и труднее замедляют и прекращают движение, чем тела меньшего объема, то более крупные частицы более твердых тел получают и отдают теплотворное движение не так легко, как более мелкие частицы тел более мягких. Отсюда ясна причина, отчего более твердые тела медленнее воспринимают и отдают теплоту, чем тела более мягкие.

§ 23

Явление 12. Так как частицы нагретых тел вращаются, то рассуждение требует принять, что своими движущимися поверхностями они действуют одна на другую, так что каждая отталкивает другую тем сильнее, чем энергичнее вращательное движение. Так как этому отталкиванию противодействует сцепление частиц, то одно уменьшает другое, и при возрастающем вращательном движении должно уменьшаться сцепление частиц. Поэтому совсем не удивительно, что твердость твердых тел уменьшается силой теплоты, даже в конце концов ослабевает настолько, что уничтожается вообще сцепление частиц; первое мы наблюдаем, когда тела превращены в жидкость, второе — когда тела разошлись в виде паров.

§ 24

Отсюда следует, что 1) причина текучести и газообразности тел есть вращательное движение частиц и возбуждаемая им отталкивательная сила достаточна для нарушения сцепления частиц в такой

степени, что частицы могут или свободно скользить друг около друга и растекаться, или при полном уничтожении их связи рассеиваться в воздухе; 2) причина улетучивания и испарения состоит главным образом в том, что благодаря различному состоянию воздуха, а также тому, что ему содействует с различной силой теплотворное, или, что то же, центробежное движение, частицы тел, оторвавшись, рассеиваются; 3) тела газообразные и жидкие всегда имеют в себе теплоту, хотя бы и небольшую, какими бы холодными ни казались.

§ 25

Явление 13. Тело *A*, действуя на тело *B*, не может придать последнему бо́льшую скорость движения, чем какую имеет само. Поэтому, если тело *B* холодно и погружено в теплое жидкое тело *A*, то тепловое движение частиц тела *A* приведет в тепловое движение частицы тела *B*; но в частицах тела *B* не может быть возбуждено более быстрое движение, чем какое имеется в частицах тела *A*, и поэтому холодное тело *B*, погруженное в тело *A*, очевидно, не может воспринять бо́льшую степень теплоты, чем какую имеет *A*. Явление 14. А отсюда ясно, почему дно оловянного сосуда, наполненного водою, противостоит нагреванию очень сильным пламенем, которое иначе легко плавит этот металл. Действительно, хотя пламя приводит частицы олова в очень быстрое движение, но находящаяся поверх его вода не может приобрести ту скорость теплового движения, которая необходима для уничтожения сцепления частиц олова; поэтому вода замедляет вращательное движение их и не позволяет металлу расплавляться.

§ 26

Здесь представляется уместным указать и причину расширения тел, которые обыкновенно увеличиваются и уменьшаются соответственно их теплоте. Но так как расширение происходит не непосредственно от теплоты, но от упругого воздуха, включенного в поры тела, то мы оставляем рассмотрение этого явления до другого раза. Далее,

нельзя назвать такую большую скорость движения, чтобы мысленно нельзя было представить себе другую, еще бо́льшую. Это по справедливости относится, конечно, и к теплотворному движению; поэтому невозможна высшая и последняя степень теплоты как движения. Наоборот, то же самое движение может настолько уменьшиться, что тело достигает, наконец, состояния совершенного покоя и никакое дальнейшее уменьшение движения невозможно. Следовательно, по необходимости должна существовать наибольшая и последняя степень холода, которая должна состоять в полном прекращении вращательного движения частиц.

§ 27

Итак, хотя высшая степень холода возможна, однако нет недостатка в данных, говорящих о том, что таковая на земноводном шаре нигде не существует. Действительно, все, что нам кажется холодным, лишь менее тепло, чем наши органы чувств. Так, самая холодная вода еще тепла, так как лед, в который вода замерзает на более сильном морозе, холоднее ее, т. е. менее тепел. Если плавящийся воск действительно горяч, то почему воде, которая кажется нам очень холодной, на самом деле не быть теплой — она ведь не что иное, как расплавленный лед. Не следует, однако, считать замерзание тел признаком наибольшего холода: ведь металлы, затвердевшие тотчас после плавления, представляют собою своего рода лед, но они настолько горячи, что зажигают приближенные к ним горячие тела. Впрочем, существуют жидкие тела, которые не замерзают ни при какой известной степени холода. Так как их жидкое состояние обусловлено теплотворным движением (§ 24), то ясно, что эти жидкие тела всегда в какой-то степени обладают теплотою. Далее, тела обыкновенно имеют степень теплоты, присущую среде, в которой они находятся значительное время. А так как воздух, всегда и везде наблюдаемый, жидок, т. е. (в силу показанного) тепел, то все тела, окруженные земной атмосферою, хотя бы и казались чувствам холодными, теплы; и поэтому высшей степени холода на нашем земноводном шаре не существует.

§ 28

Таким образом, мы доказали a priori и подтвердили a posteriori, что причиною теплоты является внутреннее вращательное движение связанной материи; теперь переходим к рассмотрению мнений, которые большинство современных ученых высказывают относительно теплоты. В наше время причина теплоты приписывается особой материи, которую большинство называет теплотворной, другие — эфиром, а некоторые — элементарным огнем. Говорят, что тем большее количество ее находится в теле, чем бо́льшая степень теплоты в нем наблюдается, так что в соответствии со степенью теплоты данного тела количество теплотворной материи в нем увеличивается или уменьшается. И хотя иногда принимают, что теплота тела увеличивается силою движения этой вошедшей в нее материи, но чаще всего считают истинной причиною увеличения или уменьшения теплоты простой приход или уход разных количеств ее. Это мнение в умах многих пустило такие глубокие корни и настолько укрепилось, что повсюду приходится читать в физических сочинениях о внедрении в поры тел названной выше теплотворной материи, как бы привлекаемой каким-то приворотным зельем; или, наоборот,— о бурном выходе ее из пор, как бы объятой ужасом. Поэтому мы считаем нашей обязанностью подвергнуть эту гипотезу проверке. Прежде всего надо осветить самые источники, из которых проистекло это мнение. Важнейшие из них четыре, которые следовало бы скорее обратить на истолкование других явлений природы.

§ 29

После того как ученые начали более внимательно изучать явления, связанные с нагреванием тел, они легко заметили, что при увеличении теплоты растет и объем каждого тела. И так как они точно знали, что к телам не прибавилось ничего кроме теплоты, а в умах еще крепко держалось представление древних об элементарном огне, то они не поколебались заключить, что при накаливании в поры тел входит

какая-то материя, свойственная огню, и расширяет их; а при выходе ее тела охлаждаются и сжимаются. Охотно согласились бы мы с ними, если бы было так же легко, как предположить это, и показать, чем именно теплотворная материя загоняется во внезапно нагревающиеся тела. Каким образом, спрашивается, в самую холодную зиму, когда все охвачено лютым морозом, или в самой холодной морской глубине * [1], где, согласно этой гипотезе, теплотворной материи почти совершенно нет, порох, зажженный малейшей внезапно зародившейся искрою, вспыхивает вдруг огромным пламенем? Откуда и в силу какой удивительной способности материя эта мгновенно стягивается в одно место? Но пусть она слетается столь стремительно, по какой бы то ни было причине, из самых отдаленных мест и, зажигая, расширяет порох. Но ведь в этом случае необходимо, или чтобы другие тела, окружающие порох, раньше его нагрелись от прилетевшего огня и расширились, или чтобы этот летучий огонь ничего, кроме пороха, не мог зажигать и расширять, то есть должен был бы позабыть свою природу. Первое, очевидно, противоречит опыту, а второе — здравому смыслу.

§ 30

Вообще природа вещей такова, что при возрастании причины растет и ее действие и, наоборот, при ее убывании уменьшается и действие. Поэтому, когда одна и та же степень теплоты наблюдается в двух телах, то, при прочих равных условиях, должно было бы быть одно и то же увеличение или уменьшение протяжения каждого тела. Но какое разнообразие наблюдается в этом отношении! Умалчиваю о воздухе, который от градуса замерзания до градуса кипения воды расширяется на третью часть, тогда как вода в это время получает увеличение на одну двадцать шестую часть своего объема. Даже тела почти одинаково жидкие, как-то: ртуть, вода, винный спирт, разные масла, также и твердые тела, как металлы, стекло и т. д., показывают удивительное разнообразие в приращении протяженности, приобре-

---

* Бургаве. Элементы химии, часть 2, из Синклера. О тяжести, стр. 301.



Родина Ломоносова. Гравюра Л. Серякова первой половины XIX в.

тенном от той же степени теплоты. Пусть, однако, не подумает кто-нибудь, что более значительное сцепление частей служит препятствием для расширения: сталь ведь обладает более крепким сцеплением частей, чем железо, как известно каждому; однако опыт показал, что сталь расширяется больше, железо — меньше. Также и бронза, тело более твердое, чем медь, расширяется от той же степени теплоты больше последней. Нельзя приписать и какое-либо замедление в накапливании большему весу тел или назвать какое-либо другое обстоятельство, которое в разных телах препятствовало бы расширению их, чтобы не

представлялись противоположные примеры, говорящие против сделанных предположений, пока расширение натретых тел приписывается входящей материи. Но это случай различных тел; а иногда одно и то же тело при увеличении теплоты сжимается — например, вода, происшедшая от таяния льда, удельно тяжелее его, так что она даже при значительной степени нагревания не позволяет льду опускаться на дно. Так и железо и большинство других тел, будучи еще в твердом состоянии, плавают в этих самых телах, находящихся в расплавленном состоянии, так как занимают больший объем, хотя и не обладают еще той степенью теплоты, при которой обычно плавятся. Из всего этого вполне очевидно, что расширением накаливаемых тел и их сжатием при охлаждении отнюдь нельзя доказать эти удивительные перемещения теплотворной материи.

§ 31

Однако этого бойца, уже поколебленного собственной своей громадностью, может быть воздвигнет другой, приходящий ему на помощь, и подавит нас бóльшей тяжестью. Ведь ученым, а особенно химикам, представляется, что этот блуждающий огонь обнаруживает свое присутствие в телах не только увеличением объема их, но и увеличением веса. Первым, если не ошибаюсь, знаменитый Роберт Бойль показал на опыте, что тела увеличиваются в весе при обжигании *[2] и что можно сделать части огня и пламени стойкими и весомыми. Если бы это действительно могло быть показано для некоего элементарного огня, то опровергаемое нами мнение нашло бы себе здесь твердый оплот. Однако большая часть, почти что все опыты его над увеличением веса при действии огня сводятся к тому, что весом обладают либо части пламени, сожигающего тело, либо части воздуха, во время обжигания проходящего над прокаливаемым телом. Так, металлическая пластинка, обжигаемая в пламени горящей серы, действительно разбухает и увеличивается в весе: но здесь причиною увеличения веса является не что иное, как кислота серы, которую можно освободить от

* В трактате о весомости огня и пламени.

флогистона, собрать и заключить под колокол; она проникает в поры меди и серебра и, соединяясь с ними, производит увеличение веса. Так, когда свинец пережигается в сурик, мастера намеренно направляют на расплавленный металл дымящее, сильно коптящее пламя: именно оно украшает окалину свинца красным цветом и увеличивает вес ее, с выгодой для мастеров. Остальные опыты прославленного автора в приложении к упомянутому сочинению кажутся, правда, более показательными, однако отнюдь не свободны от подозрения, так как сам автор при них не присутствовал, а их выполнение часто поручал какому-либо работнику. Но допустим, что кроме частей зажженного тела или частиц, летающих вокруг в воздухе, который непрерывно обтекает обжигаемые тела, к металлу прибавляется во время обжигания какая-нибудь другая материя, увеличивающая вес окалины его. Но так как окалины, удаленные из огня, сохраняют приобретенный вес даже на самом лютом морозе и, однако, не обнаруживают в себе какого-либо избытка теплоты, то, следовательно, при процессе обжигания к телам присоединяется некоторая материя, только не та, которая приписывается собственно огню: ибо я не вижу, почему последняя в окалинах могла бы забыть о своей природе. Далее, металлические окалины, восстановленные до металлов, теряют приобретенный вес. А так как восстановление производится тем же, что и прокаливание, даже более сильным огнем, то нельзя привести никакого основания, почему один и тот же огонь то внедряется в тела, то из них уходит. Наконец, подобные же опыты делали известные Бургаве * и Дюкло ** [3], по-видимому с противоположными результатами. Первый взвесил до накаливания, а затем снова после накаливания и остывания пять фунтов и восемь унций железа, но не нашел какого-либо приращения или уменьшения веса. Второй же приписал увеличение веса минералов при прокаливании серным частицам, носящимся (как мы сказали выше) в воздухе, который непрерывно течет над минералами, подвергаемыми прокаливанию, и внедряет в последние при их распадении в огне упомянутые частицы. Это он показывает на опыте, а именно: он наблюдал, что из

* Элементы химии, часть 2, об огне, опыт 20.

** Мемуары королевской Академии наук, год 1667.

королька сурьмы, обожженного на открытом воздухе, извлекается при помощи винного спирта красная вытяжка, по отделении которой оставшаяся масса имеет тот вес, как и королек до обжигания; 2) что королек сурьмы, обожженный иначе,— именно без увеличения веса,— не дает такой вытяжки. Итак, не убедительны и те доказательства, приводимые в защиту особенной, свойственной огню материи, которые основаны на увеличении веса обожженных тел.

§ 32

Солнечные лучи, уловленные и собранные стеклянным зажигательным зеркалом, дают весьма сильный жар, как и яркий свет; считают, что этим наглядно доказывается,— и само солнце тому свидетель,— что теплотворная материя или элементарный огонь, вышедший из солнца, сгущается в фокусе [зеркала] и этим усиливается жар и свет. Легко видеть, что здесь предполагается, будто материя света распространяется от солнца, как река из источника. Но эта гипотеза очень похожа на то, как если бы мы стали утверждать, что воздух от звучащего тела распространяется во все стороны со скоростью, равной скорости звука. Очевидно, при этом смешивают эфир и лучи, которые друг от друга отличаются так же, как различаются друг от друга движение и материя. И ясно, что следует отбросить уплотнение огненной материи в фокусе зеркала и заменить его сгущением теплотворного движения. По-моему, утверждающий, что в фокусе зажигательного стекла или зеркала сгущается материя эфира, не иначе мыслит, как если бы говорил, что в фокусе элиптического свода не звуковые лучи собираются, но сжимается самая материя воздуха. Что солнечный фокус весьма горяч не вследствие большей плотности эфирной материи, но вследствие ее теплотворного движения, достаточно доказывает фокус солнечных лучей, отраженных от луны. Так как он весьма ярок, то должен был бы быть и весьма горячим, если бы он сам и теплота происходили от уплотнения эфирной материи. Но теплоты в нем нет; итак, пусть светящийся фокус производится или уплотнением эфирной материи, или сгущением ее движения. Исключить уплотнение материи — зна-

чит идти против условия, отклонить сгущение движения — значит признать, что огненная материя может быть и холодной, т. е. что огонь — не огонь. Кто рассмотрит это без предвзятости, конечно, согласится с нами, что никак нельзя доказать существование теплотворной материи возникновением жара в фокусе зажигательного прибора.

§ 33

Смешением поваренной соли со снегом или толченым льдом физики получают материю, называемую по производимому ею действию холодильной, так как вода, поставленная в нее в каком-либо сосуде, превращается в лед. Пока это происходит, самый снег с солью ожижается. Отсюда обычно также заключают, что огненная материя из воды переселяется в окружающий снег и от присоединения ее последний плавится, а вода от ухода ее превращается в лед. Прекрасно! Но можно кое-что предпринять, прежде чем позволить вырвать у нас трофеи победы. Вставь, пожалуйста, в снег термометр и склянку с водою; примешай к снегу соль, и ты увидишь, что в то время как вода превращается в лед и холодильная смесь ожижается, спирт в термометре всетаки опускается; ясный признак того, что одновременно с замерзанием воды холодильная смесь делается холоднее. Таким образом, никакой элементарный огонь не врывается в нее из воды; но скорее снег, растаявший от соприкосновения с более теплой водой, действует на соль, растворяет ее, охлаждается и приобретает меньшую степень теплоты, чем имеет вода, переходящая в лед; от этого чистая вода в сосуде замерзает, а самый снег, вследствие поглощенной соли, остается жидким. Кто, в самом деле, не знает, что чистая вода, помещенная в стеклянном сосуде в воду, насыщенную солью, превращается в лед при 26° термометра Фаренгейта, тогда как рассол остается жидким?

§ 34

На основании всего изложенного выше мы утверждаем, что нельзя приписывать теплоту тел сгущению какой-то тонкой, специально для того предназначенной материи, но что теплота состоит во внутреннем

вращательном движении связанной материи нагретого тела. Тем самым мы не только говорим, что такое движение и теплота свойственны и той тончайшей материи эфира, которой заполнены все пространства, не содержащие чувствительных тел, но и утверждаем, что материя эфира может сообщать полученное от солнца теплотворное движение нашей земле и остальным телам мира и их нагревать, являясь той средой, при помощи которой тела, отдаленные друг от друга, сообщают теплоту без посредничества чего-либо ощутимого.

§ 35

Отвергнув материю, которую принимают иные авторы исключительно ради объяснения теплоты, можно было бы и окончить речь, если бы с противной стороны для нас не возникала новая задача. Ведь есть и такие, что наделили и холод особой субстанцией, усмотрев положительное основание этого в солях, вследствие производимого при растворении их холода. Но так как те же соли нередко производят и теплоту (так, обыкновенная соль при приливании купоросного масла вскипает и нагревается), то мы с таким же правом могли бы приписать солям и причину теплоты, если бы не считали такой неразумный спор ниже нашего достоинства.

Перевод *Б. Н. Меншуткина*



5

О РОЖДЕНИИ И ПРИРОДЕ СЕЛИТРЫ

Столько же значит для химии познание начал, сколько для тел — самые начала.

ПРЕДИСЛОВИЕ

Среди тел, которые химики называют солями, особенно выдается селитра многообразным применением, а особенно изумительным, подражающим молнии, действием, которое она производит в огнестрельном порохе. Поэтому не удивительно, что спагирики [1], исследовавшие природу, положили огромный труд на изучение начал селитры. Их побуждало к этому стремление познать такое чудо; а сопутствовавшие их трудам прекраснейшие явления и полезные продукты толкали их к дальнейшим работам. И попытки их не остались безуспешными: в настоящее время состав и способ рождения этого тела раскрыты и освещены многими весьма точными опытами и наблюдениями героев химии, прославившихся в этом и прошедших веках. И казалось бы, что нечего больше желать,— разве, чтобы результаты их великих трудов, выяснивших это, были систематически разработаны более стройным, приближающимся к геометрическому, методом; особенно же, чтобы упругость селитры, сгорающей в смеси с углем, которой химические писатели-эмпирики обыкновенно и не затрагивают, была объяснена

исходя из природы самой селитры и из физических опытов. Хотя и то и другое кажется трудным, так как до сих пор не заложено никаких оснований в общей физике для объяснения рождения и состава такого рода тел, и мало можно найти удачных приложений физических опытов к химии, мы тем не менее считаем возможным в научной связи изложить наибольшую часть химии, обосновав ее на собственных ее положениях, принятых недавно в физике; мы не сомневаемся, что можно легче распознать скрытую природу тел, если мы соединим физические истины с химическими. А когда все химические истины будут объединены более строгим методом и будет ясно, насколько одна истина может быть объяснена или выведена из другой, то химия сама по себе будет наукой; и можно будет, наконец, более ясно видеть, что дают разные отделы других естественных наук для ее выяснения и насколько она сама оказывает ту же услугу им. После этого такое хорошо разработанное учение сделается почетным членом общества физических наук.

Мы хотим дать образчик всего этого в предлагаемом произведении и для того, во-первых, выводим из химических положений состав и рождение селитры, а затем применяем физические явления, связанные с ее природою, для объяснения ее упругости. Отсюда проистекают три главы: в первой мы изучаем состав селитры; выяснив его, мы считаем уже нетрудным объяснить рождение ее, что составляет предмет второй главы; в третьей говорится о взрывной силе селитры.

Химические положения, на которых мы строим развитие указанной темы, таковы:

Положение I

Смешанное тело сложено из тех составляющих, на которые оно разлагается анализом и из которых образуется синтезом.

Справедливость этого вполне очевидна из представления о целом и его частях и не требует какого-либо доказательства. Напомним лишь, что в химии синтез нередко более достоверен, чем анализ, и даже только он один достаточен для показания составляющих; анализ же

не столь надежен по отношению к смешанным телам, составляющие которых сами представляют собою смешанные тела: сообразно с различием средств, применяемых для разделения составляющих, могут быть обнаружены различные составляющие. Так, при сухой перегонке растений извлекаются далеко не те составляющие, которые обнаруживает их сбраживание. Но в сочетании с синтезом анализ придает ему немало веса и много приобретает сам.

Положение II

Между однородными началами и смешанными телами, содержащими в большом количестве одно и то же начало, имеется некое взаимное соответствие, в силу которого они охотнее соединяются между собою, чем с инородными телами, и, проникая одно в другое, взаимно соединяются. Это соединение отличается от простого сцепления, так так при помощи последнего связываются только частицы, приведенные в соприкосновение. Таким образом, водянистые тела более жадно соединяются с водянистыми, маслянистые — с маслами, стеклующиеся — со стеклующимися, металлические — с металлами. Наоборот, неоднородные тела, хотя бы они достаточно сильно приставали друг к другу (как можно видеть на довольно крупных капельках воды, пристающих к поставленной наклонно доске, натертой маслом), все же частицы их не склонны ко взаимному проникновению и едва могут соединяться. Считаем уместным описать здесь вкратце, как мы это себе представляем, так как прилагаем этот принцип гипотетически для более глубокого объяснения некоторых вопросов.

Все признают, что частицы тел сцепляются друг с другом при взаимном прикосновении. Из наблюдений Бойля видно, что все частицы обладают внутренним движением [2]; мы доказываем в отдельной диссертации, одобренной великими мужами [3] и в скором времени имеющей быть опубликованной, что некоторые из частиц имеют поступательное движение, все — вращательное. Теперь пусть [фиг. 1] частица C будет приставать путем соприкосновения к поверхности AB какого-либо тела. Пусть она движется около своей оси вращательным

движением от a к b; тогда, если между поверхностями в точке соприкосновения E не возникает никакого трения, частица C будет вращаться у точки соприкосновения E поверхности AB и не продвинется к B. Наоборот, если в точке соприкосновения плоскостей возникает трение, тогда под влиянием внутренней силы движения, побуждающей частицы к вращению, и сцепления, постоянно удерживающего ее, частица C будет двигаться по поверхности AB по направлению к B и войдет в первую, для нее достаточно бóльшую пóру. По этой причине и частицы тел, взаимно трущиеся, передвигаются относительно друг друга и переменяют свое положение, пока более значительная сила сцепления не сделает невозможным внутреннее движение. Наоборот, если между частицами нет трения или имеется лишь крайне незначительное, то такого рода явление почти совсем или совсем не воспоследует.

Представляется вероятным, что поверхности однородных частиц более подходят друг к другу, чем разнородных, и поэтому шероховатости их, от которых, как мы полагаем, происходит трение, лучше совмещаются друг с другом. Итак, допустим, что однородные частицы совмещаются шероховатостями наподобие зубчатых колес, а в разнородных частицах, вследствие различной величины выступов, это не имеет места (поверхности однородных частиц в соприкосновении изображает фиг. 2, а разнородных — фиг. 3). Тогда нетрудно представить себе, по какой причине однородные частицы, связанные сцеплением и обладающие внутренним вращательным движением продвигаются друг около друга, а разнородные — нет. Согласно этой гипотезе, мы называем взаимное соответствие однородных частичек *совмещением* [4] и убедились на опыте, что его можно с успехом использовать для объяснения химических и других явлений природы. Ведь именно такого рода действия частиц могут быть причинами стремительного вхождения жидкостей в поры, поднятия тел по бокам других тел,— каково, например, восхождение ртути выше своей поверхности по боковой стенке серебряного цилиндра или самопроизвольное распространение сухой виннокаменной соли по стенкам стеклянного сосуда до его крышки,— и множество других подобных явлений могут быть приписаны причине этого рода. Чтобы все

это глубже изучить и нагляднее показать, требуется полный трактат о химических началах, дабы в результате более тесного взаимного сопоставления фактов явилось более полное освещение их. Так как, однако, предложенная тема этого не требует,— и не допускает,— то мы оставляем выставленную нами гипотезу гипотезою, довольствуясь простотой и правдоподобием этого положения.

Положение III

Если какое-либо тело А, первоначально соединенное с телом В, будучи от него отделено, оказывается обладающим видом и всеми теми свойствами, которые имеет оно же, будучи смешанным с телом D, то тело D действительно смешано с А и воспринято из тела В; например, когда вода, в которой был размочен и разведен огнестрельный порох, пропускается через фильтр, то получается жидкость, являющаяся не чем иным как раствором селитры; и отсюда без колебания делаем вывод: раз селитра находится в воде, она же была перед этим в смешении пороха. Это положение можно обозначить довольно целесообразно названием перемещения.

Все эти три положения не только достаточны для нашей цели, но и могут быть легко применены для доказательства химических истин, что ниже подтверждается примерами. Добавим, что мы намеренно не даем определений вещей и операций, так как не хотим докучать изложением того, что всем хорошо известно.

Глава 1

О СОСТАВНЫХ ЧАСТЯХ И НАЧАЛАХ, ОБРАЗУЮЩИХ СЕЛИТРУ

§ 1

Нет никакого сомнения, что *селитра состоит из постоянной щелочной соли и кислотного спирта* [5]. Действительно, химический анализ производит из нее и то и другое и показывает их в отдельности. При

перегонке селитра дает обильный и весьма кислый спирт, а если перегонка была проведена с купоросным маслом, то остаток есть не что иное как купоросный винный камень [6], изготовляемый из постоянной щелочи и купоросного масла: ясное указание на то, что постоянная щелочь, образующая вместе с купоросной кислотою эту среднюю соль, уже существовала в самой селитре, поскольку ее наличия никоим образом нельзя предположить в купоросном масле (по положению III). Затем селитра, взорванная с углем, по отходе кислоты дает чистую постоянную щелочь. Последняя не может образоваться из примененного для этого угля, так как количество угля, взятое для фиксирования селитры, превращенное в пепел, после промывки последнего водою дает лишь несколько гранов щелочной соли.

§ 2

Химический синтез самым надежным образом подкрепляет справедливость сказанного. А именно, щелочная часть селитры, отделенная вспышкою с углем от кислоты, по прилитии к ней спирта селитры [7] снова соединяется с ним и при кристаллизации дает чистейшую селитру, со всеми ее свойствами. Если вместо щелочи селитры взять щелочную соль [8], приготовленную из золы деревьев, особенно более твердых, и соединить ее с селитряным спиртом, то также образуется истинная селитра. Наконец, присутствие щелочной соли настолько необходимо для образования селитры, что, при отсутствии собственной щелочи, ее кислотный спирт берет себе посторонние соли в спутники и, соединенный с щелочью морской соли [9], даже с мочевой щелочью [10], образует роды селитры, хотя отличные по фигуре кристаллов и по виду, но не очень отличающиеся по силе взрыва и по другим свойствам от истинной селитры [11].

§ 3

Таким образом, в силу положения I, сделанный в § 1 вывод является вполне правильным; поэтому представляется очень странным, что даже

выдающиеся люди * [12] считали это предположение сомнительным и принимали, что щелочь при перегонке селитры скорее рождается от огня. Хотя они, после изгнания спирта огнем из селитры, смешанной с болусом [13], и не смогли найти истинной щелочи в остатке от перегонки, но не должны были бы на этом основании предполагать, что в составе селитры не было щелочи; ведь нельзя же отрицать все то, чего мы не видим. Эти сомнения, очевидно, возникли потому, что не был известен истинный ход взаимодействия между болусом и селитрою на огне. По распространенному тогда представлению химиков, болус примешивался к селитре, чтобы предупредить ее ожижение, препятствующее, как полагали, выделению спирта. Но из стекольного дела достаточно известно, что постоянные щелочные соли с примешанными землистыми телами дают стекло по удалении летучих составных частей; поэтому очевидно можно заключить, что при том очень сильном огне, который применяется для отгонки селитряного спирта с болусом, щелочь селитры действует на землистую материю [14] болуса и, потеряв летучий спирт, тем прочнее связывается с нею: таким образом и спирт отделяется от щелочи, и поэтому сама щелочь почти не может или и вовсе не может быть отмыта водою от болуса [15]. Подтверждается все это различной легкостью отгонки селитряного спирта: из смеси селитры и купоросного масла он выгоняется легким огнем, а из смеси селитры и болуса — самым сильным огнем: то есть щелочь селитры более жадно соединяется с купоросным маслом, чем с болусной землей.

§ 4

Чтобы в свою очередь познать природу составных частей селитры, надо исследовать вообще свойства и кислотного спирта и постоянной щелочной соли. Затем надо найти, отличается ли и чем именно щелочь селитры от других видов постоянных щелочных солей, а кислота ее — от других спиртов того же рода. Начнем с кислотного спирта, который представляется более простым и более общим, чем постоянные щелочи.

* Бургаве. Элементы химии, т. 2, ч. 3, опыт 134. Лемери. Курс химии, стр. 456.

§ 5

Главные кислотные спирты, которые производятся особенно минеральными и растительными телами, такие: серный спирт [16], купоросные спирт [17] и масло, спирты квасцов, селитры, поваренной соли [18], уксус. Каждый из них содержит в себе воду, даже если рассматривать самые ректификованные спирты: все они, соединяясь с самыми сухими щелочными солями, выделяют при перегонке безвкусную влагу. Затем все вообще сходны по разъедающей способности и кислому вкусу, но различаются их силою и другими свойствами. *Несомненно, что разъедающая способность и кислотность происходят в отдельных видах спиртов от одного и того же начала* [19]. Следовательно, при прочих равных условиях, каждый в отдельности должен был бы обладать одинаковой силою. Так как, однако, этого на деле нет, то достаточная причина заключена вне этого начала в инородных началах; последние притупляют силу кислоты, будучи примешаны в разных количествах к кислотному началу. Отсюда вытекает следствие: *чем более притуплены разъедающая сила и кислотность, тем большее количество инородного начала находится в кислотном спирте; и наоборот, чем более резки разъедающая сила и кислотность, тем больше кислотный спирт содержит своего собственного начала.* Эта истина широко подтверждается и опытом. Так, даже самые сильные кислоты, опресненные винным спиртом, обычно очень ослабляются. Хотя вода также ослабляет кислоту, однако, что различие между ними не может происходить от различного количества воды, это совершенно очевидно из того, что кислоты, и разведенные водою, сохраняют присущие каждой качества.

§ 6

Хотя различная сила кислотных спиртов ясно видна и при растворении металлов, но так как нет ни одного кислотного спирта, который мог бы растворять любой металл, по причине различного совмещения (по положению II) металлов с инородными составными частями спиртов, то нельзя делать на этом основании надежные выводы о степенях

их кислотности и разъедающей силы. Нужно применить здесь поэтому более общий критерий. Ни с каким другим телом кислотные спирты не соединяются сильнее и жаднее, чем с постоянной щелочной солью: они устремляются обнять ее, выталкивая прочие металлы и минералы, которые они раньше растворили и держали в своих сетях. Это делается с различным напором и стремительностью, вследствие различной силы спиртов, которая в них бывает весьма различна, так что более мощный спирт, воздействуя на щелочную соль, выгоняет из нее другой, более слабый спирт. Так, уксус уступает место спирту морской соли; последний же изгоняется селитряным спиртом, выталкиваемым в свою очередь купоросным или, что то же, серным, или квасцовым (которые взаимно не вытесняют друг друга). Отсюда очевидно, что *купоросный спирт и родственные ему серный и квасцовый — самые сильные из всех; остальные же — селитряный, соляной и уксусный — слабее, и следовательно последние соединены с инородными началами; первые же состоят из чистого кислотного начала, когда оказываются в наиболее чистом состоянии, или, во всяком случае, содержат меньшее количество примешанного постороннего начала.*

§ 7

Хорошее подтверждение этого мы находим и в различном удельном весе спиртов. Что чистая кислотная материя, являющаяся главной составной частью кислотных спиртов, имеет значительную плотность, очевидно из следующих соображений. Сера, несомненно, состоит из купоросной кислоты и небольшого количества флогистона, соединенных с водою [20]. Что флогистон удельно легче воды, об этом свидетельствуют плавающие на ней эфирные масла и ректификованный винный спирт. Так как сера сама в два раза тяжелее воды, то из законов гидростатики непосредственно вытекает, что удельный вес купоросной или серной кислоты должен значительно превосходить удельный вес воды и что, следовательно, кислотные спирты тем удельно тяжелее, чем больше содержат кислотного начала. А так как купоросная кислота и ее сородичи, после самой тщательной очистки и ректификации, превосходят

остальные кислоты своим удельным весом, как показывают ареометры и более трудное превращение ее в пар при перегонке, то поэтому не остается никакого сомнения в том, что утверждаемое в § 6 совершенно правильно. На этом основании самые известные из химиков называют купоросную кислоту всеобщей кислотою и считают самой простой из всех. Сравнивая с ней селитряный спирт, мы постараемся определить его специфическое отличие. Здесь не место производить исследование других видов кислот, так как речь идет только о селитре.

§ 8

Сверх того, что мы предложили в § 6 и 7, большая сила купоросной кислоты, по сравнению с селитряной, проявляется в осаждении металлов и в действии на ртуть: вполне очевидно, что селитряный спирт имеет в своем составе какую-то более легкую материю или более летучее начало. Какого рода оно — надо установить по свойствам этой кислоты. Главное отличительное ее свойство то, что средние соли, образованные селитряной кислотою и какой-либо щелочной солью, растертые с углем, в одно мгновение вспыхивают громадным пламенем и сгорают. Так как этого не бывает ни с какой другой кислотою, соединенной со щелочными солями и углем, то, очевидно, селитряный спирт, кроме всеобщей кислоты и воды, должен еще иметь то начало, которое наиболее склонно к образованию пламени, которое соединено с кислотою и с водою, сопротивляющимися пламени, и которое, преодолев их и унося с собою, вспыхивает пламенем. Не приходится сомневаться, что это — чистейшее горючее начало, многими называемое флогистоном [21]. Мы уже выше отметили, что флогистон начало более легкое не только чем кислота, но даже чем вода (§ 7). Поэтому представляется естественным, что оно само сообщает тяжелой всеобщей кислоте бóльшую летучесть и вместе с тем уменьшает ее силу: следовательно, *селитряная кислота состоит из всеобщей кислоты (§ 5) и флогистонного начала, соединенных вместе и плавающих в водной жидкости.*

§ 9

Немалое значение для подтверждения этой истины имеет совмещение селитряного спирта с теми телами, которые со всей очевидностью имеют в своем составе флогистон. Так, камфора отвергает все остальные кислые спирты, но соединяется с селитряной кислотою и переходит в смолообразное вещество. Эфирные масла очень жадно соединяются с этим спиртом и выделяют очень большую теплоту и даже пламя; хотя такое же действие наблюдается и для некоторых других кислот, но гораздо меньшее. Ибо они воздействуют на эти масла лишь в силу заключенного в последних кислотного начала, а селитряный спирт, устремляясь своим флогистоном на их флогистон, как и своей кислотою на их кислоты, естественно, должен вызывать более сильное движение и более значительную теплоту. Селитряный спирт растворяет все металлы и полуметаллы, кроме золота, тем энергичнее и сильнее, чем больше в них находится флогистона и чем ярче проявляет себя последний. После изгнания его прокаливанием металлические окалины мало подвергаются действию селитряного спирта, тогда как купоросная кислота, наоборот, гораздо охотнее действует на окалины, чем на цельные металлы, блещущие своим флогистоном. Наконец, купоросное масло, слитое с ректификованным винным спиртом, соединяется без шипения и хотя выделяет теплоту, но в меньшем количестве, чем при смешивании с водою * [22]. Наоборот, дымящийся селитряный спирт с водою производит меньше теплоты, чем купоросное масло, но с ректификованным винным спиртом — огромное устрашающее вскипание с разогреванием до 180° и даже бо́льшим **. Если к одной драхме селитряного спирта прилить одну драхму алкоголя, то происходит горячее вскипание, после которого ничего не остается, но все испарится в воздух*** [24].

---

* Славнейший Потт в Рассуждении о спиртовой серной кислоте и славнейший Мушенбрек в Дополнении к опытам в Академии естествоиспытателей, ч. 2, стр. [23].

** Мушенбрек. Там же.

*** Гофман. Наблюдения, стр. 40.

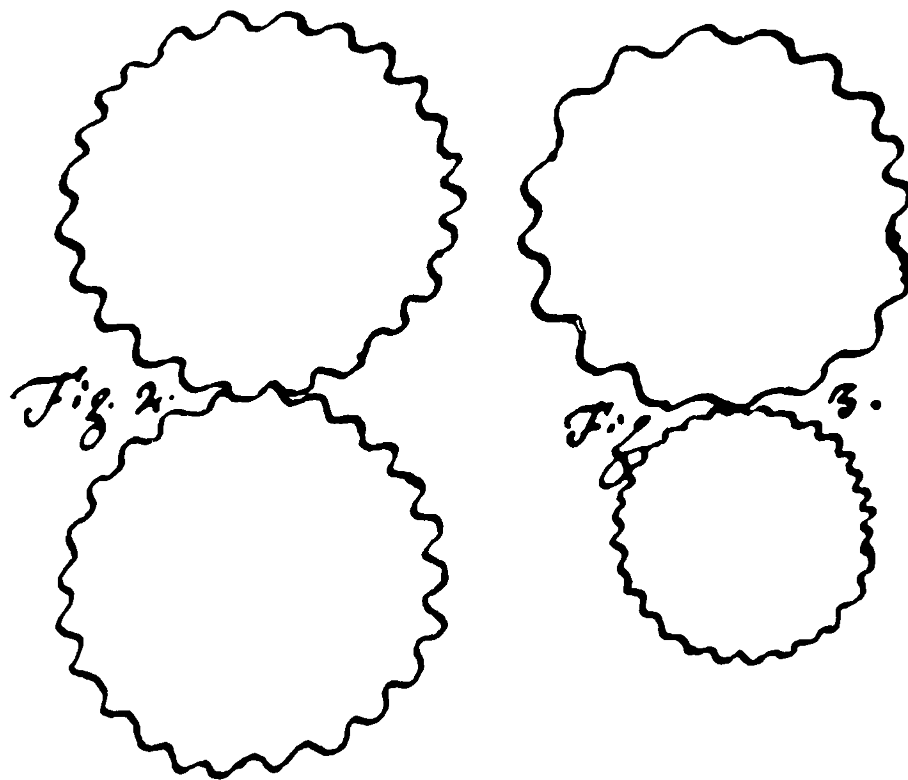
§ 10

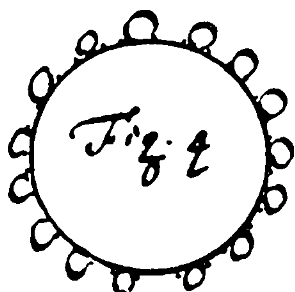
Кроме кислотного начала, флогистона и водной жидкости, в которой плавают два первых, мы не можем допустить в селитряном спирте присутствие еще какого-нибудь другого начала и потому ограничиваемся установлением этих трех составных частей. Нет также надобности распространяться о специфических свойствах этой жидкости, так как предложенная тема требует рассмотрения только тех свойств, которыми может быть объяснено рождение селитры. Конечно, было бы весьма интересно и полезно знать, в каких отношениях по весу или по объему находятся составные части этого спирта, совершенно чистого. Но из сделанных до сих пор опытов это невозможно точно определить. Очевидно лишь, что кислотное начало находится в гораздо большем количестве, чем флогистон, так как: 1) вкус жидкости чрезвычайно кислый, 2) сама по себе она не воспринимает пламени, 3) она тяжелее воды по удельному весу, а последний понизился бы от более обильного флогистона; но даже приблизительно отношение их не может быть указано. Относительно количества воды сделал остроумное исследование Гомберт * [25]: он прилил одну унцию селитряного спирта к самой сухой щелочи и из этой смеси выгнал на воздух силою огня воду, утратившую кислоту; он нашел уменьшение веса на 5 драхм и 49 гран. Поэтому вода по весу относится к другим составным частям спирта приблизительно как 8 к 3.

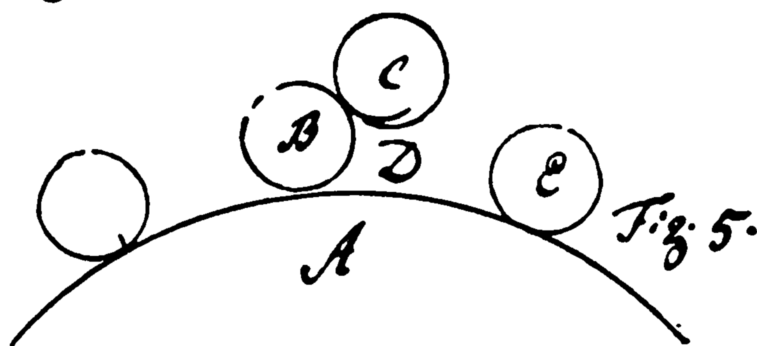
§ 11

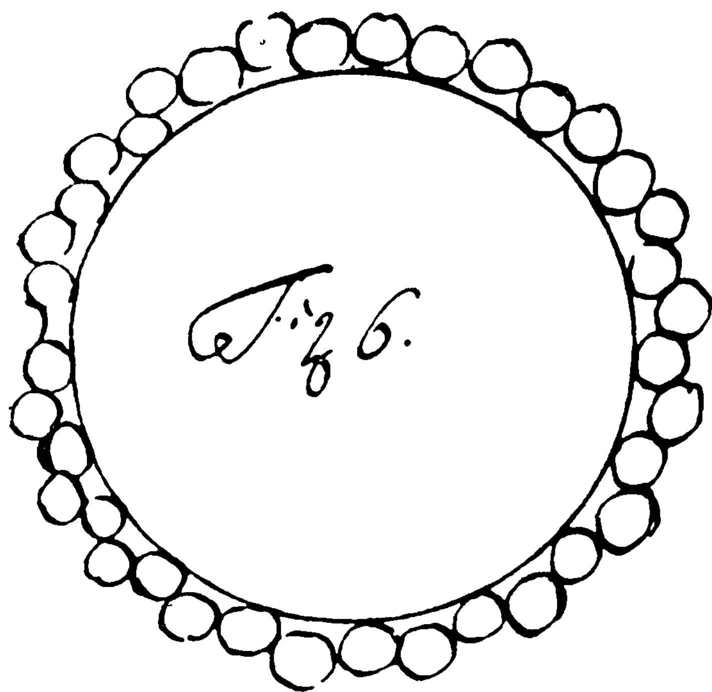
Постоянная щелочная соль имеет в своем составе землю. Ибо она: 1) после долгого дигерирования выделяет землю, безвкусную, в воде нерастворимую; 2) образуется при сжигании из тел, богатых землистым веществом, так что чем тверже и крепче части растений, тем более грубая зола остается после горения и получается более крепкая постоянная щелочная соль. Наоборот, летучие и лишенные землистого начала смешанные вещества совсем не дают золы и щелочи. И то и другое, в силу положения I, доказывает наше утверждение. Правда,

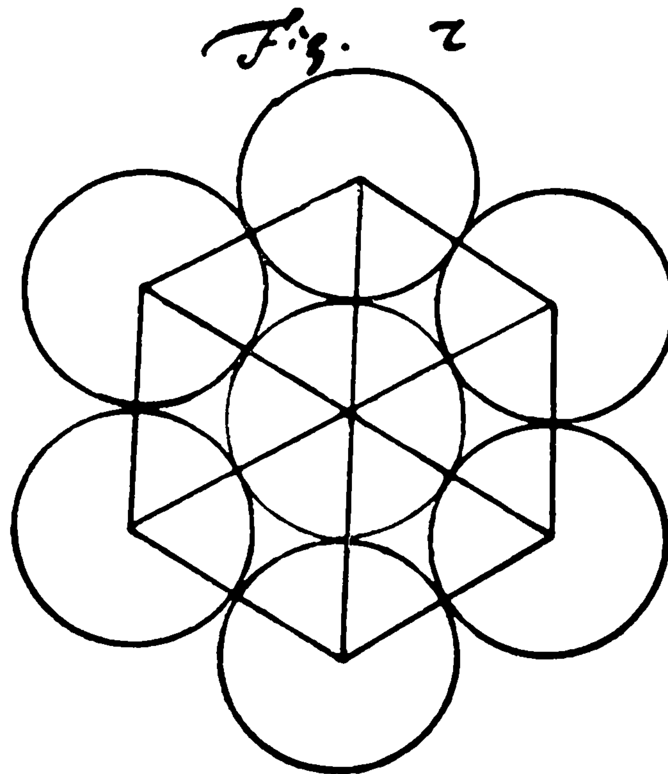
* Мемуары королевской Академии Наук, год 1669, стр. 52.

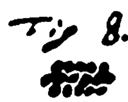

Fig. 2.
Fig. 3.


Fig. 4


C
B
D
E
A
Fig. 5.


Fig 6.


Fig. 7


Fig 8.

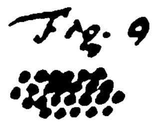

Fig. 9


Fig. 10

самые плотные кости и другие животные части, так же как сгнившие растения, не образуют такого рода щелочных солей, однако это нисколько не в ущерб высказанной выше истине, так как для составления этих тел, кроме землистого, требуется еще другое начало (см. ниже § 13), которое — если оно либо отсутствует в сожигаемом смешанном теле, либо встречает препятствия к сочетанию с землею при сжигании — не может с землею образовать щелочь и оставляет голую землю, каковой является зола костей.

§ 12

Чтобы подтвердить это соответствием явлений, следует упомянуть прежде всего совмещение постоянных щелочных солей с землистыми телами. Ибо постоянная щелочная соль вступает в столь тесную связь с ними, что образует прозрачное и очень прочное тело, не разрушимое никакой известной силою огня, как это ежедневно наблюдают стеклоделы. Это соединение упомянутого вещества с песком ознаменовывается редкостным явлением. А именно, если такую смесь песка с постоянной щелочной солью в горшке нагреть на большом огне до расплавления, то жидкость вдруг закипает, дает пену и приходит в движение, какое бывает при соединении кислоты со щелочью; из нее выходит густой дым с тяжелым запахом кислоты * [26]. Мы считаем весьма вероятным, что этот кислый дым есть часть летучего начала, входящего в состав щелочной соли, которая утратила землю, теснее соединившуюся с песком (ср. § 3), и отсюда приходим к выводу, что *в постоянной щелочной соли имеется кислотное начало, соединенное с землею;* но так как можно предположить, что кислое испарение происходит не из щелочи, но из песка, то нужны более достоверные данные и согласованное с явлениями рассуждение, которые устранят всякое сомнение.

§ 13

Для получения щелочной соли посредством озолынения выбирают растения, изобилующие кислой материей, так называемой существен-

* Шталь. О солях, гл. 8.

ной солью; чем ее больше, тем больше вымывается щелочи из золы. Поэтому растения, из которых выжата существенная соль, дают меньше щелочи, чем если она не выжата * [27]. Далее, если растения горят не ярко, но дымят и медленно сжигаются тлеющим огнем, тогда из растений улетучивается много кислоты, и зола лишается значительного количества щелочной соли ** [28]. Затем, если растение, содержащее летучую кислоту, высушить до сжигания, то оно дает меньше щелочной соли, чем невысушенное *** [29]. Наконец, винный камень, самая кислая из всех существенных солей, после перегонки оставляет очень черный остаток; полученная при обжигании этого остатка на открытом огне зола дает большое количество особенно едкой постоянной щелочной соли, так что очень значительная часть винного камня переходит в нее. Если к оставшейся щелочной массе прилить подкисленной воды, спирта и масла, которые ранее были извлечены перегонкою и затем снова, как раньше, перегонять, то почти вовсе не выгоняется кислоты, мало масла и почти вся масса винного камня превращается в щелочь **** [30]. Из всего этого совершенно очевидно, 1) что *для образования постоянных щелочных солей обязательно требуется кислота (по положению 1); 2) что существенные соли растений силою огня крепче связываются с землею (§ 11) и переходят в состав щелочей.*

§ 14

Что кислое начало имеется в составе животной материи, вытекает из окисления молока и из рассуждения знаменитого Лемери ***** [31], однако это начало едва поддается выделению, и его нельзя сгустить в форму существенной соли — или потому, что оно находится в незначительном количестве, или (что вероятнее) потому, что оно скрыто в соединении с другими началами и, таким образом, не может войти в соприкосно-

* Нейман. О постоянной щелочи.
** Он же. Там же.
*** Нейман. О постоянной щелочи.
**** Бургаве. Элементы химии, т. 2, ч. I, опыт 55.
***** Мемуары Академии, 1720 г., стр. 266 и сл.

вение с землею и прочно соединиться с нею во время сжигания. Гниению растений всегда предшествует брожение, рассеивающее бо́льшую часть кислоты. Поэтому части животных и сгнившие растения после сжигания и вымывания золы не дают постоянной щелочи; а это для нас самый существенный довод от противного. Немало веса придает высказанному положению бурное вскипание и разогревание кислотных спиртов с щелочными солями; ранее это рассматривалось как их ненависть и борьба, а ныне — более справедливо — как любовь и жадное стремление к взаимному объятию, что находит себе вне сомнения объяснение в совместимости составных частей (положение II).

§ 15

Относительно объединения этих составных частей в теле постоянных щелочных солей, полагаем мы, никто не усумнится. Но среди наиболее видных ученых возникает еще вопрос о присутствии третьей составной части — начала флогистона. А именно, известнейшие авторы Шталь и Нейман утверждают, что он содержится в постоянных щелочных солях; наоборот, другие отрицают это, особенно знаменитый Бурделин * [32] в особом исследовании. Первое мнение опирается на опыты и непосредственные из них выводы; второе — на более глубокие рассуждения, подкрепленные опытами. Утвердительное мнение обосновывается тем, что для получения щелочей необходимо маслянистое вещество, и их образование не происходит без какой-либо жирной материи ** [33]. Поэтому, удалив горючие вещества из растений винным спиртом, из золы их получают меньшее количество поташа, чем без предварительного извлечения *** [34]. К этому присоединяется не менее веский довод, по положению II, а именно, что самая чистая и сухая щелочь притягивает ректификованный винный спирт; если же оба эти вещества или какое-либо из них содержат сколько-нибудь воды, то смешение их затрудняется **** [35]. Поэтому при их смешивании тем-

* Мемуары королевской Академии Наук, год 1728.

** Шталь. Теория брожения, гл. 12. Нейман. О щелочах.

*** То же, там же.

**** Бургаве. Элементы химии, т. I, ч. 2, о щелочи и растворах.

пература поднимается с 49 до 54° (термометр Фаренгейта); но теплота едва ощущается, если вместо весьма сухой щелочи взять виннокаменного расплывшегося спирта *[36]. Напротив того, Бурделин из тех же самых фактов, которыми вышеназванные авторы подтверждают свое положение, делает противоположный вывод на основании таких соображений.

§ 16

Он утверждает, что постоянная щелочь растений происходит от обжитания их существенной или природной соли, причем более постоянная часть этой кислой соли в соединении с землею образует щелочь; остальная, более летучая часть или выгоняется огнем, так что остается чистая щелочная соль, или остается не тронутой пламенем, и тогда из золы вымывается средняя соль — селитряная, по свидетельству самого Шталя. В первом случае, говорит он, более тонкая кислота уходит с более обильным маслом, производящим большее пламя; во втором — за недостатком жирного начала, происходящим или потому, что берется более сухое растение, например тамариск, или оттого, что жирное начало извлекается винным спиртом,— кислота соединяется со щелочью, образовавшейся при сожжении, и дает среднюю соль. Так как все же при отсутствии или после извлечения жирной материи из растения образуется щелочная соль и только скрывается в виде средней соли вследствие соединения с кислотою, то он заключает, что присутствие горючего начала не есть необходимое условие образования щелочи, и поэтому считает, что сами по себе опыты Шталя и Неймана не могут подтвердить их гипотезу. Опираясь на опыт Лемери, который, прибавив масла, выделил купоросную кислоту, оставшуюся в колкотаре после перегонки, он показывает, что кислота, связанная жирным началом, выгоняется огнем и рассеивается по воздуху.

* Мушенбрек. Дополнение к опытам в Академии опытов, ч. 2, стр. 158.

§ 17

При внимательном рассмотрении этих противоположных мнений, основанных с обеих сторон на довольно веских доказательствах, мы находим, что оба они частью справедливы, частью не соответствуют действительности. Поэтому мы, стремясь к истине, согласуем оба их, и прежде всего признаем, вместе с Шталем и Нейманом, что *щелочные соли имеют в своем составе начало флогистон, однако в различных отношениях к другим составным частям*. Во-вторых, мы утверждаем с Бурделином, что *постоянная щелочная соль образуется из сожженных растений не пропорционально их жировой материи, входящей в ее состав, но что при посредстве ее щелочь освобождается от более летучей кислоты растения и остается сама по себе*. Чтобы это как следует доказать, необходимо описать разнообразную природу щелочных солей, из коих главные — соль винного камня и соль, вымытая из золы растений.

§ 18

Винный камень образуется из богатого спиртом сока винограда по завершении брожения его. В камне находится флогистон, оставшийся после очень сильного брожения; и так как он крайне летуч по своей природе, то несомненно, что он избежал силы столь большого движения, будучи прочно связан с винной кислотою или с землистым веществом винного камня. Отсюда следует, что тот же флогистон может лучше противиться действию огня и легче соединяться с кислотным началом в постоянную щелочную соль, чем без предварительного брожения. Иначе обстоит дело с растениями просто обожженными. Сок их по количеству спиртов гораздо беднее, чем виноградный; под влиянием пламени он рассеивается, приводит в движение более летучий флогистон (так называемый лесной) и уносит с собою даже то, что могло бы противиться предварительному брожению и пламени. Поэтому ясно, что в золе растений может остаться гораздо меньше флогистона, чем в [сухом остатке] винного камня. А так как соль винного камня с жирами сгу-

щается в мылá, и с этой солью, если она совершенно суха, легко соединяется ректификованный винный спирт, и даже извлекает из нее жирную золотистую вытяжку — такую, какую он обычно в большом количестве извлекает из жиров, но совсем не извлекает ни из солей, ни из тел, лишенных флогистона, то поэтому на основании положений 2 и 3 следует, что соль винного камня заключает в своем составе начало флогистон. С другой стороны, хотя выщелачиваемые соли растений с жирами также дают мыло и тем обнаруживают присутствие флогистона, они едва, а то и вовсе не соединяются с ректификованным винным спиртом и не дают какой-либо окрашенной жирной вытяжки. Все это, в связи со сказанным в начале этого параграфа, явственно доказывает, что *начало флогистон находится в соли винного камня и в щелоке растений, и в первой его больше, чем во втором.*

§ 19

Растение, перед сжиганием высушенное в измельченном виде и обработанное винным спиртом до тех пор, пока перестанет его окрашивать, затем сожженное в золу, при выщелачивании мало или вовсе не дает чистой постоянной щелочной соли, но дает соль среднюю. Так как эта средняя соль состоит из кислоты и щелочи, то мы заключаем, что 1) извлечение смолистого вещества не препятствует образованию постоянной щелочи, так что названный жир ничего не дает для образования щелочи; 2) так как в том случае, если смола, существующая в растении, не извлечена из него какой-либо вытяжкой, после обжигания остается чистая щелочная соль без кислоты, то очевидно, что эта кислота, приставшая к смолообразному веществу, рассеялась от теплоты. Постольку вывод Бурделина правилен. Но из этого не следует, что совершенно нет флогистона в составе щелочных солей, тем более, что он извлекается винным спиртом,— но только более летучий флогистон, оставив более постоянный, который и после извлечения возбуждает в растении пламя и может также войти в состав оставшейся щелочи золы.

§ 20

Кроме того, щелочные соли, особенно растений, различаются количеством и качеством землистого вещества: те, которые выщелачиваются из более нежных частей растений, более мягки и нежны; наоборот, выделенные из более толстых стеблей — крепче и грубее. Количественное взаимоотношение этих составляющих щелочных солей (больше трех их не обнаружено) пока еще не может быть определено: нет опытов, из которых об этом можно было бы что-либо заключить,—разве что флогистона, как весьма тонкого, меньше всего, кислоты же весьма много — как можно судить по приготовлению соли винного камня из чистой кислоты. Все эти начала смягчаются водяной влагою, в зависимости от ее количества, что достаточно известно.

§ 21

Все это мы считали нужным сказать вообще о щелочах, но бо́льшая часть сказанного, почти все, должно быть отнесено к щелочи селитры. Об остальном, что характерно для селитры, укажем в немногих словах. А именно: 1) так как для приготовления селитры применяется, как ниже показано, зола растений, то несомненно, что *поташ золы составляет в большей части щелочную соль селитры;* 2) так как к щелоку, из которого вываривается селитра, прибавляется, кроме золы, негашеная известь, то весьма вероятно, что *в состав ее входит некоторая земля щелочной природы.* Это подтверждается следующим: 1) селитра, растворенная в воде и долго дигерируемая, выделяет землю * [37], 2) селитра, возрожденная из своего спирта и постоянной щелочи растений, мягче и более едка,— так как щелок ее при кипячении в оловянных сосудах действует на них; но если пропустить щелок через негашеную известь, то он делается инертнее и теряет разъедающую свою способность ** [38]. Но об этом речь будет ниже (§). Здесь, однако, напомним, что неправильно выводить свойства селитряной щелочи из свойств постоянной селитры, так как щелочь в ней

* Бургаве. Элементы химии, т. I, ч. 2, о земле.

** Шталь. О селитре, гл. 2 и 3.

загрязнена оставшимся в ней кислотным спиртом, который явственно уходит по прилитии купоросного масла. Имеется различие и в отношении воспламеняемости, в соответствии с тем, что воздействует на селитру при сгорании: с горючими жидкостями она становится менее едкой, чем при детонации с твердыми телами, и особенно едкой становится с металлами * [39]. Это не противоречит сказанному выше (§ 1), так как и помимо этого достаточно известна щелочная природа постоянной селитры.

§ 22

Считаем сказанное о составе селитры достаточным, чтобы рассматривать рождение ее. Из предшествующего явствует, что *селитра есть тело двойного смешения, т. е. она прежде всего состоит из кислотного спирта и постоянной щелочной соли, последняя же слагается из кислотного начала, более прочно связанного с землею, и из небольшого количества флогистона и известнбй земли, причем все это более или менее разбавлено водою. А кислый спирт сложен из того же кислотного начала и флогистона, находящихся в воде.*

Известный Нейман дал такое отношение [40] селитряного вполне ректификованного спирта в селитре к щелочи и обоих к воде: кислоты $\frac{1}{4}$ щелочи $\frac{1}{4}$, воды $\frac{1}{2}$ **. О кислоте то же подтверждает Кункель *** [41].

§ 23

Такова внутренняя природа селитры — для чувств в целом отнюдь не явственная и подлежащая раскрытию химическим анализом. Таковой дает число составляющих, отношение их качественное и часто даже количественное; но при помощи его невозможно разгадать порядок и места, по которым располагаются как корпускулы составляющих,

* Нейман. О постоянной щелочи.

** Диссертация о постоянной щелочи.

*** В Химической лаборатории, ч. 2, гл. 6.

так и частицы смешанного тела. А познание этого было бы весьма ценным и полезным для подробного изучения смешанного тела, если бы только могло быть полным и достоверным. Но так как рассмотреть это не может даже и вооруженный глаз, то мы попытаемся догадаться об этом, насколько возможно, на основании качеств самих составляющих и на основании внешнего вида селитры. И так как здесь рассуждение не может опираться на достаточно прочное основание, мы больше будем руководствоваться воображением.

§ 24

Соответственно весьма постоянным и малодеятельным свойствам земли и быстрой, проникающей природе кислотного начала, последнее должно состоять из гораздо более мелких частиц, чем первая. А так как кислота составляет наибольшую часть щелочной соли (§ 20), то весьма вероятно, что одна частица земли окружена несколькими частицами кислотного начала, плотно приставшими к ней, причем немногие корпускулы флогистона рассеяны между ними, а вода окружает со всех сторон, как показывает фиг. 4. Когда кислый спирт сливается со щелочной солью, то частица его *C* [фиг. 5] касается прежде всего частицы *B*, приставшей к земляной молекуле *A* щелочи, вращается по направлению к ней около *B* (по гипотезе предисловия, положение II), входит в малое пространство *D*, между *B* и *E*, и вытесняет скрытый там воздух. Этот воздух, выгнанный из нескольких пор, собирается в пузырьки и распространяется в пену, и частицы от таких столкновений и трения нагреваются. Частица кислоты *C*, если она чиста и не содержит других начал, более совмещается с кислой частицей *B* и тем сильнее и глубже проникает в пространство *D*. Наоборот, если она соединена с флогистоном или другим связанным с ней началом, то не может так легко туда войти и так прочно там засесть. Поэтому селитряный спирт, вследствие оказываемой флогистоном помехи, с меньшей силою пристает к своей щелочи и, таким образом, неизбежно выгоняется более чистой общей кислотою. Далее, так как частицы кислотного спирта, между собою однородные, находятся среди частиц щелочной

соли, образуя вместе с последними корпускулу средней соли [фиг. 6], то у спирта уменьшается активность и смягчается кислотность; а у щелочной соли грубость сглаживается, едкость понижается и образуется средняя соль более нежной природы, так что всепроникающий спирт селитры и едкая щелочь соединяются в тело не столь резкого вкуса.

§ 25

Если мы предположим, что так составленные частицы селитры имеют сферическую форму, к каковой по большей части стремятся мельчайшие природные тела, собирающиеся в кучу, то будет очень легко объяснить, почему селитра вырастает в шестигранные кристаллы. Хотя все это основано почти на одном воображении, однако превосходно отвечает природе составных частей селитры и потому приобретает некоторый вес. Действительно, пусть шесть корпускул расположены друг около друга так, что прямые линии, соединяющие их центры, образуют равносторонние треугольники [фиг. 7]: в результате получится фигура, ограниченная шестью линиями, подобная разрезу призм, образуемых селитрою. Частицы селитры, размещенные таким образом почти в бесконечном числе, образуют кристаллические призмы селитры, правда, часто с неравными сторонами, которые, однако, всегда параллельны и отвечают предположенному размещению, как показывают фигуры 8, 9 и 10. Впрочем, предложенная догадка подтверждается трояким образом: 1) при этом способе объяснения форма частиц не предполагается такою же, какую имеют сами кристаллы селитры, и вопрос не остается поэтому без ответа — как это нередко бывает; 2) углы кристаллов селитры соответствуют предполагаемому расположению частиц, так как обычно каждый из них составляет 120°; 3) на основании нашей гипотезы можно легко объяснить другие роды кристаллов, например кубические кристаллы поваренной соли, предположением такого расположения частиц соли, что линии, проходящие через их центры, составляют квадраты.

Глава 2

О РОЖДЕНИИ СЕЛИТРЫ И ЕЕ ПРОИЗВОДСТВЕ

§ 26

При описании производства селитры мы расположим по возможности весь материал так, чтобы сперва подробно рассказать о способах добычи селитры в Европе; затем объяснить из состава самой селитры и характера веществ, служащих для ее получения, что и как способствует образованию составных частей ее. Наконец, подкрепим объяснение, предложив способы быстрого изготовления селитры.

§ 27

Как научил опыт, помет животных, особенно конский навоз, который, пролежав долго в тенистом месте, белеет, как бы покрываясь инеем, а равно и стены, сделанные из глины и соломы и покрытые известкою, которые также белеют, как бы от седого инея (что быстрее делается при обливании их мочою животных), в результате известных процедур показывают наличие селитры. Поэтому производители селитры тщательно собирают эти материалы для своих надобностей, а когда они заметили, что свежие тела такого рода не производят селитры * [42], то стали применять то, что способствует гниению. Они собирают не только легко гниющие части животных и кухонные отбросы, но и растения, подверженные гниению. Со стен деревенских хижин, построенных из глины и соломы, снимают слой в палец толщиною, что некоторым предоставляется в виде государственной привилегии ** [43]. Затем собирают выкинутую мыловарами золу, землю с кладбищ. При этом избегают тех веществ, которые долго лежали на открытом солнце. Кроме того, из растительных материалов примешивают свежие и опавшие листья ив; свежие и нежные ростки елей и листья других

* История королевской Академии наук, год 1717, стр. 30.

** Шталь. О селитре, гл. 2.

пахучих деревьев; листья тыкв; травы, содержащие едкий, кислый сок; солому бобов и гороха; наконец, всякие растения, удаляемые из огородов и из полей как ненужные. Из всего этого, как весьма полезного [материала], сооружают селитряные кучи. Иногда прибавляют еще отстой и отбросы пивного производства, а также полученные при выкуривании винного спирта из хлеба.

§ 28

Названные части животных и растений смешивают с илистой землей и выставляют на открытый воздух в длинных кучах, наподобие валов, параллельных между собою, так чтобы один вал защищал другой от лучей жгучего летнего солнца; поэтому обыкновенно их вытягивают в длину с востока на запад. Кроме того, они обносятся стенкою, выведенной на высоту двух сажен и сделанной из того же селитроносного материала; этим доставляется тень кучам, а чтобы она была еще больше, по южному краю, а также между валами сажают тенистые деревья, которые к тому же опавшими своими листьями дают новый материал для куч. Далее, так как слишком обильная дождевая вода вредит нежной рождающейся селитре, то вокруг куч вырывают канавы, иногда даже закрывают кучи соломенной крышей, оставив по сторонам свободный доступ воздуху. Снаряженные таким образом кучи, предохраненные от воздействия непогоды, многократно поливаются разлагающейся мочою или загнившими кухонными помоями.

§ 29

Когда кучи обогатились селитрою, признаками чего является беловатая материя, появляющаяся на боках их, похожая на шерсть или на иней, то взятая из них селитроносная земля медленно высушивается в тенистом месте, если в ней заметна влажность; затем она подготовляется для выварки таким образом. В сосуд с двойным дном, в котором верхнее подвижное дно, снабженное частыми отверстиями, отстоит от нижнего на два-три пальца и покрыто соломою на четыре

дюйма, помещается слой селитроносной земли толщиною в четыре пальца и сверх него такой же толщины слой золы, полученной сжиганием более твердых древесных пород и смешанной с негашеной известью. Затем кладут опять слой селитроносной земли, такой же толщины, над ним слой такой же золы с негашеной известью, и так далее, слой за слоем, пока сосуд не будет почти весь заполнен. Число таких сосудов соответствует количеству селитроносной земли. Сверх всего этого наливают теплую воду так, чтобы она покрывала весь материал на два-три пальца. На ночь оставляют все спокойно стоять, а на следующее утро, открыв отверстие, находящееся в нижнем дне, спускают щелок в подставленный другой сосуд. Жидкость сперва течет мутная; ее снова наливают сверх селитроносной материи, пока она не станет вытекать более прозрачной. Когда верхний сосуд освободится от воды, в него снова наливают чистой воды и получают через выпускное отверстие щелок гораздо слабее предыдущего. Оба щелочных раствора наливают затем в другие сосуды с селитряной материей и выпускают из отверстий сосудов до тех пор, пока раствор не насытится достаточно селитрою.

§ 30

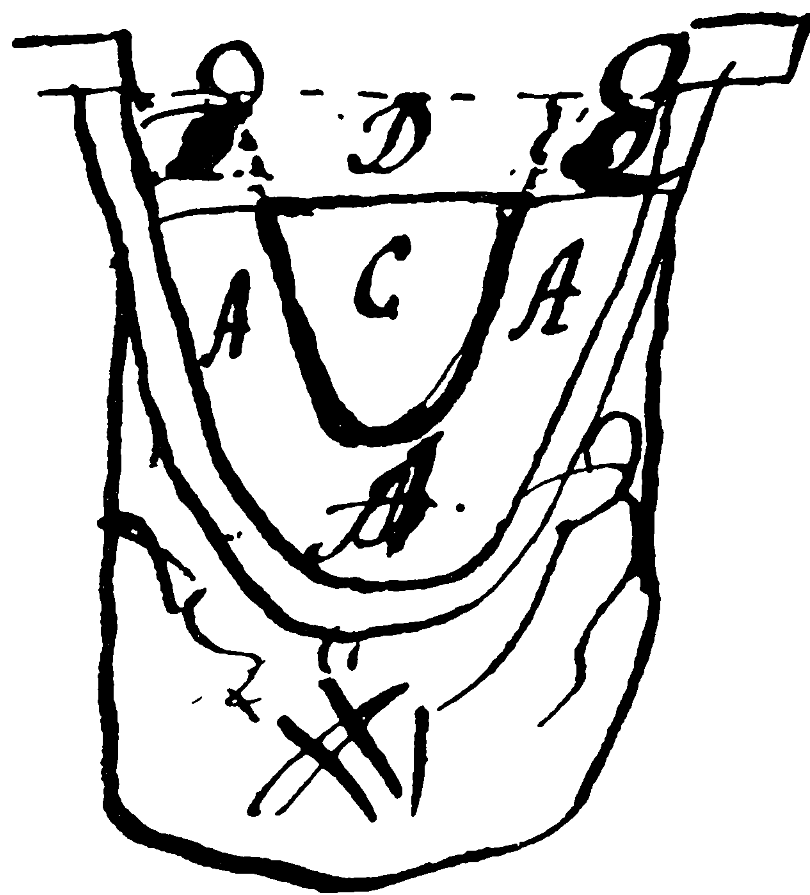
Золу и негашеную известь прибавляют к селитроносной материи, потому что последняя одна при вымывании не обнаруживает истинной постоянной селитры; насыщенный ею щелок едва может настолько сгуститься, чтобы дать кристаллы, притом очень нежные и хрупкие; при выварке бóльшая часть их улетучивается и рассеивается по воздуху. Эти тонкие, образовавшиеся так кристаллы по взрывчатой силе гораздо слабее истинной постоянной селитры; они во многом сходны с той аммониевой солью, которая готовится из летучей мочевой соли и селитряного спирта. Наоборот, щелок, пропущенный через золу и известь, обогащается самой постоянной селитрою, весьма сильной и обладающей очень большой упругостью * [44].

---

* Шталь. О селитре, гл. 1.

§ 31

Когда селитряный щелок по исследовании будет признан готовым для выварки, то его наливают в медный котел, более высокий, чем широкий, и сходящийся ко дну в усеченный конус. В него помещают деревянный черпак, нагруженный камнями, приблизительно той же формы, как котел, но много меньших размеров, чтобы между стенками его и котла было достаточное расстояние; дно его отстоит от дна котла на два-три пальца, а края его должны находиться на значительной глубине под поверхностью щелока. У края котла, над стенкою дна, помещается наполненная щелоком чашка с отверстием, направленным в котел и открытым, так чтобы в котел втекало столько же щелока, сколько при варке уходит в виде пара. Во время выварки землистая материя выделяется из щелока и собирается в черпаке; без него она осаждалась бы на дне и стенках котла и разъедала бы их, что вызывает трату денег и работы, как это видно из сочинения Эркера * [45] о приготовлении селитры, когда еще не умели пользоваться черпаком. Описанное явление происходит от различного нагревания щелока, находящегося на разном расстоянии от огня. А именно, в пространстве *AAA* [фиг. 11] между стенками котла и черпаком щелок нагревается больше, чем в самом черпаке, и поэтому приходит в более сильное движение. Оттого упомянутое землистое вещество, выделяющееся из щелока и делающее его мало-помалу мутным, поднимается в черпак к *EE*, идет к *D* и немедленно, вследствие бо́льшего спокойствия жидкости, осаждается в *C;* остальное, пла-



[Фиг. 11]

* Подземный дворец, кн. 5.

вающее в части щелока *A*, находясь в сильном движении, не может осесть, прежде чем соберется в более значительном количестве. А за это время щелок, возбуждаемый большей теплотою, входит в черпак, смешивается со светлым щелоком, успокаивается и выделяет осадок; таким образом, при непрерывном движении, землистое вещество почти все выпадает в черпаке.

§ 32

Щелок, выпаренный до достаточной степени насыщенности, выливается из котла в сосуды и ставится в холодном месте для кристаллизации. При охлаждении жидкости вырастают твердые прозрачные шестигранные кристаллы. Остаток щелока при дальнейшем выпаривании дает по большей части кристаллы более тонкие, более хрупкие, обладающие меньшей взрывчатой силою и нередко загрязненные обыкновенной солью. После окончательной выварки и кристаллизации остается желтоватая жидкость, не приводимая в кристаллическую форму; ее немцы называют Mutterlauge, маточным рассолом, и последний при осаждении щелочью или расплывшимся маслом винного камня, или также купоросной кислотою, выделяет белую землю, называемую у медиков магнезией * [46]. Тот же щелок, переводимый в твердое тело путем перегонки, выделяет бурые, удушливые пары; после прокаливания на более сильном огне в реторте получается в качестве осадка названная магнезия ** [47].

§ 33

По окончании добычи земля, лишенная селитры, смешивается со свежей, с добавлением подходящих растительных материалов, а также навоза, гниющих частей животных, которые поливаются оставшимся маточным рассолом, все раскладывают в кучи и подвергают, как описано выше, действию воздуха, чтобы образовалась новая селитра. В Па-

* Шталь. О солях, гл. 15, и Гофман. Наблюдения, стр. 110.
** Он же. Там же.

рижском арсенале селитряные кучи делают из смеси земли, уже промытой, со свежей селитряной землею, слой над слоем, причем каждый слой смачивается пеной щелока первой выварки. А чтобы земля сразу восстановила селитру, ее смешивают с голубиным и лошадиным пометом и наконец смачивают мочою * [48]. Сказанного о приготовлении селитры достаточно для нашей цели, и мы теперь приступим к объяснению самого ее рождения.

§ 34

Селитроносная земля, готовая для добычи селитры, содержит в себе летучую селитру, иначе называемую селитряной аммониевой солью, состоящую из настоящей селитряной кислоты и летучей животной щелочи. Справедливость этого совершенно очевидна из § 30, так как такая летучая селитра с большим трудом дает кристаллы, притом очень нежные и пушистые, при выпаривании теряется в большей своей части, при нагревании рассеивается по воздуху; с углем дает менее сильную вспышку, чем постоянная селитра. К этому прибавим, что, перегоняя чистый щелок селитряной земли, можно приготовить царскую водку ** [49], которая обыкновенно получается из кислотного селитряного спирта и щелочной соли мочи.

§ 35

Необходимая для образования летучей селитры в селитроносной земле летучая щелочь происходит из гниющих животных частей или испражнений; в этом никто не может усумниться: ибо кто будет искать в отдалении то, что дает ближайшее? И будет выдумывать приход отсутствующего, отбросив существующее? Тем более, что без гниющих животных испражнений или частей никакого зарождения селитры не происходит в кучах, сложенных для этой цели, и для вызывания и

* Мемуары, год 1717, стр. 44.
** Мемуары, 1717. стр. 49.

ускорения их гниения и для выделения летучей соли нарочно примешивается зола, постоянная щелочь которой делает это и быстрее освобождает летучую соль.

§ 36

Растения содержат в своем составе селитряную кислоту. Всякое растение, особенно беккабунга[50], стенница, мыльнянка, чернобыльник, полынь, травы очистительные и мягчительные, по предварительном извлечении при помощи спирта смолы их, при выварке или медленном обугливании обнаруживают настоящую селитру *[51] и, следовательно, образуют кислотный спирт, из которого со щелочью составляется селитра. Спирт этот часто проявляет себя и другими ясными признаками. В самом деле, что другое тот смертельный чад углей, очень похожий по отвратительному запаху на крепкую водку, как не кислота, весьма сродная с селитряной, выгоняемая силою огня?

§ 37

Селитряный спирт выделяется из растений брожением и улетучивается в воздух, если его не уловить. Всем прекрасно известно, что растения от брожения изменяются и даже разрушаются. При этом изменении наблюдается, что 1) выделяются кислота и горючее спиртовое вещество; 2) получаются осадки, состоящие из более грубой землистой материи и оставшегося небольшого количества кислоты и горючего спирта; 3) получается кислота двух родов: одна, которая при брожении по большей части улетает в воздух, и другая, которая по окончании брожения остается и при последующем дигерировании переходит в уксус. Первая, гораздо более сильная, при вдыхании через нос сильно поражает нервы и растворяет некоторые металлы, выделяясь на воздух и разрежаясь им; а вторая не действует даже на погруженные в нее металлы. Наличия селитряной кислоты, которая была в перебродившем растении, нельзя предположить в отбросах, а потому ее надо искать в одной из названных кислот. Та кислота, которая рассеивается при движении, сообщенном веществу брожением, на основании преды-

* Шталь. Элементы химии, стр. 62, § 8.

дущего ближе подходит к природе селитряного спирта, чем уксус. К тому же она действует на чувство обоняния так же, как селитряный спирт, опресненный винным спиртом; это не наблюдается в уксусе. Так как, однако, с этим кислым спиртом выделяется и винный спирт, то, очевидно, селитряный кислотный спирт, образовавшийся в растениях, уходит из них при брожении, соединяется с винным спиртом и, если нет налицо среды, способной его связывать, вместе с винным спиртом улетает в воздух.

§ 38

Растения, применяемые для образования селитроносных куч (§ 27) и смешанные с животным веществом, разрушаются. А это может произойти не иначе, как если предварительно наступает брожение, которое, будучи медленным и часто незаметным, не может, однако, закончиться до тех пор, пока не последует все, упомянутое в предыдущем параграфе. Когда брожением разрыхлена растительная материя, селитряный спирт в сочетании с винным стремится улететь на воздух. Но так как почти всюду он встречает рядом с собою летучую щелочную соль, образовавшуюся из гниющего животного вещества (§ 35), то остается, уловленный ею. В то же время ранее бывший в соединении с ним винный флогистон жадно соединяется (по положению II) с животным жиром, еще не подвергавшимся действию щелочи, и так чистая селитряная кислота, оставленная им, более тесно сочетается с чистою же щелочью, освободившейся от жира. А раз все это так происходит, то необходимо — полагаем, что это достаточно очевидно,— чтобы *селитряная кислота, родившаяся в растениях, добавленных к селитроносной массе, и выделенная из них гниением, соединялась в селитроносных кучах с мочевой щелочью в летучую селитру.*

§ 39

Против этого, как я слышу, возражают ученые, пользующиеся авторитетом и имеющие большие заслуги *[52], и утверждают, что селит-

* Шталь. Основания химии. О селитре, § 25, и Генкель в Пиритологии.

ряный спирт образуется из воздуха. Мы знаем, что их мнение известно всем, изучающим химию, и даже принято многими; поэтому мы считаем, что было бы непозволительно пройти мимо него, тем более, что оно представляется не совсем ложным. Что воздушный элемент может быть носителем кислотного спирта, и притом именно селитряного, видно из того, что 1) огнедышащие горы, поглотив сернистую материю, извергают большое количество кислотного спирта, как выделяют его и подземные пещеры; 2) что немало его выдыхают пахучие растения, изобилующие кислым соком, при произрастании и брожении. Очевидно, что из первого источника происходит купоросная кислота, из второго — селитряная. Поэтому не удивительно, что нередко щелочные и землистые поглощающие вещества, долго находящиеся на воздухе, особенно если он насыщен испарениями соседних растений, впитывают селитряный спирт, вследствие чего зола, выставленная на воздух весенней порою в тенистом месте на несколько недель, обнаруживает присутствие некоторого количества селитры * [53], и соляной спирт, отогнанный из старых черепиц, растворяет золото ** [54].

§ 40

Но насколько отсюда далеко до того, чтобы одна воздушная кислота насыщала кучи, сложенные для выделки селитры,— это очевидно хотя бы из того, что 1) для их сооружения не применяется одна щелочь; 2) все чисто щелочное легче захватило бы селитряный спирт из воздуха, чем щелочное в смеси с инородными телами, тогда как ежедневно наблюдается противоположное этому; 3) Лемери, выставив на открытый воздух в защищенном от солнца месте негашеную известь, соль винного камня и тщательно вымытую селитроносную землю, в течение двух лет и более не получил и следов селитры *** [55]. Далее, селитряная

* Шталь в трактате о солях.
** Он же в Основаниях химии.
*** Мемуары Академии, 1717, стр. 39 и 43.

кислота из перебродивших в селитроносной массе растений находится в соседстве с летучей щелочью, родившейся в той же массе при гниении животного вещества. Почему же она будет браться из кислоты, рассеянной в атмосфере,— для этого нельзя дать какого-либо основания. Но могут спросить: зачем же выставляется селитроносная материя на открытый воздух? Отвечаю: для того, чтобы легче происходило гниение животного вещества и брожение растений. Ведь без свободного доступа воздуха затрудняется и то и другое.

§ 41

Когда к аммониевой соли прибавляют постоянную щелочь, то кислый спирт, покинув летучую соль, соединяется с постоянной щелочью, что очевидно из перегонки нашатырного спирта. Никто из химиков не усумнится, что то же самое происходит со всеми средними летучими солями, в том числе и с летучей селитрою. Отсюда ясно, что щелок, вымытый из селитроносной земли, для того именно пропускается через золу, чтобы щелочь последней по изгнании летучей щелочи приняла в себя селитряный спирт и превратилась с ним при выварке и кристаллизации в постоянную, истинную селитру. Этим синтезом снова подтверждается, что для образования селитры обязательно требуется постоянная щелочная соль (§ 3). Правда, количество золы, взятой для пропускания щелока, может показаться совершенно несоответствующим количеству полученной селитры: должно было бы потребоваться гораздо больше щелочной соли для образования селитры, чем сколько может дать воде взятая зола; но мы перестанем удивляться, если вспомним, что щелоком селитроносной массы можно из золы извлечь больше щелочи, чем водою.

§ 42

Из селитроносного щелока при повторной выварке выделяется обыкновенная соль (§ 32), которую однако, как известно, не извлекают из чистой селитроносной массы. Следовательно, она образуется

вместе с постоянной селитрою, а именно, соляная кислота, родившаяся в селитряной массе в кучах (это особенно происходит при прибавлении свежего навоза), соединяется с постоянной щелочной материей в том же месте и в то же время, как и селитряный спирт. Так как соляная кислота, действуя на щелочную соль золы одновременно с селитряной, может нарушить образование постоянной селитры, то требуется другая подходящая щелочь, чтобы связанная ею соляная кислота не была препятствием рождению селитры. Наиболее совмещающимся с ее природою является известно́е щелочное вещество, с которым преимущественно она образует обыкновенную соль *[56]. Поэтому и берут для приготовления селитряного щелока негашеную известь (§), которая принимает в себя соляной спирт, отделившийся от селитряного, срастается в обыкновенную соль и сверх того более мягкой частью своего вещества способствует притуплению едкости селитры.

§ 43

Установив все это, нетрудно объяснить то, что наблюдается в маточном рассоле. Так как магнезия одинаково осаждается как кислотою, так и щелочью, то очевидно, что она — вещество средней природы и состоит из кислоты и щелочи. Щелочь ее слабее постоянной щелочи, так как осаждается ею. В то же время и кислота ее представляется более слабой, чем серная кислота, на том же основании. Несомненно, что летучая щелочь, которую изгоняет из соединения с селитряной кислотою щелочная соль золы, огнем при выварке рассеивается. А отсюда следует, что щелочное известно́е вещество, растворенное в кислоте, образует упомянутый щелок, и после приливания более сильной щелочной соли осаждается белый порошок извести. Но кислота в этом щелоке слабее купоросной и потому должна быть селитряной или соляной. А так как последней содержится меньше во всей селитроносной массе, и маточный рассол выделяет бурые удушливые пары (§ 32), несомненно селитряные, при выпаривании и прокаливании, то

* Славнейший Потт в диссертации об обыкновенной соли.

вполне очевидно, что этот щелок состоит из более нежного щелочного вещества негашеной извести, растворенного в более разведенной селитряной кислоте. Селитровары, таким образом, поступают вполне разумно, когда щелок пропускают через свежую золу, чтобы он дал селитру, соединившись с постоянной щелочной солью.

§ 44

Мы считаем, что наше объяснение лучше всего может быть подкреплено теми способами изготовления селитры, которые на основании его ведутся с наибольшей выгодой в отношении работы и времени и которыми опровергается то, что иногда получает признание, но может быть отброшено согласно нашей теории, по которой требуется лишь одновременное брожение растений и гниение животных частей, чтобы дать летучую селитру. Если это можно сделать способом, требующим меньше времени, то выварка и кристаллизация составят тот минимум, которым исчерпывается производство постоянной селитры. Это давно еще отметил Эркер, который для скорейшего получения летучей селитры предлагал рассолы, тела склонные к гниению и весьма пригодные для получения мочевой соли * [57]. Мы придумали несколько способов, но, обремененные многими делами, могли испробовать лишь один. А именно: различные травы, выкинутые из огорода, и ивовые листья в глиняном сосуде подвергались мацерации в течение нескольких дней при температуре здорового человека; для ускорения брожения прибавлялся хлеб, закисший от брожения. В то же время в другом сосуде производилось гниение кухонных отбросов, гнилой рыбы и прибавлялось некоторое количество загнившей мочи. Как только в обоих сосудах обнаруживались признаки начавшегося брожения и гниения, то часть бродящей материи извлекалась и помещалась во второй сосуд с гниющими веществами; через час, в свою очередь, переносилось вещество из этого сосуда в первый. От повторения таких переносов в обоих сосудах возникало движение; взаимные перемещения вещества увеличивались в отношении количества и ускорялись по времени, и движе-

* Подземный дворец, стр. 189.

ние возрастало. Наконец, когда все было помещено в один сосуд, тщательно закрытый, на день и на ночь, движение прекратилось, и над осадком находилась вполне прозрачная жидкость. Она, пропущенная обычным образом через золу, дала довольно значительное количество самой настоящей селитры.

§ 45

Мы думаем, что достойно было бы любознательного исследования, чтобы тот, кому позволяет время, применил подобающим образом летучую щелочь для улавливания спиртов брожения. Мы бы считали не бесплодным приложить труд также к собиранию постоянной щелочью чада углей. Больше об этом не будем говорить, предоставив это усердию других. В общем наша теория позволяет легко объяснить и понять самопроизвольные зарождения селитры, почти всегда летучей, выцветы на стенах зданий, на известняковых утесах Индии и Африки, особенно где имеются налицо необходимые условия. Многое не примечено, еще больше рассказывают ложного, рожденного только в воображении, как-то о селитре погребов, высеченных в скалах; обыкновенно это не что иное, как земля, чуть пропитанная минеральной кислотою; рудокопы называют эту землю гуром или зинтером.

§ 46

Из сообщенного в этой главе очевидно, что селитра — растительного происхождения. И хотя справедливо, что начала всех царств природы одни и те же, мы утверждаем только то, что составные части селитры происходят из состава растений, кроме той незначительной доли, которая добавляется к щелочной соли из негашеной извести. Истина эта особенно подтверждается тем, что непосредственно из растений может быть получена довольно обильная селитра (§ 36). Постоянная и везде себе подобная природа никогда не ищет обходов там, где может идти прямым путем.

Глава 3

О ВЗРЫВЧАТОЙ СИЛЕ СЕЛИТРЫ

§ 47

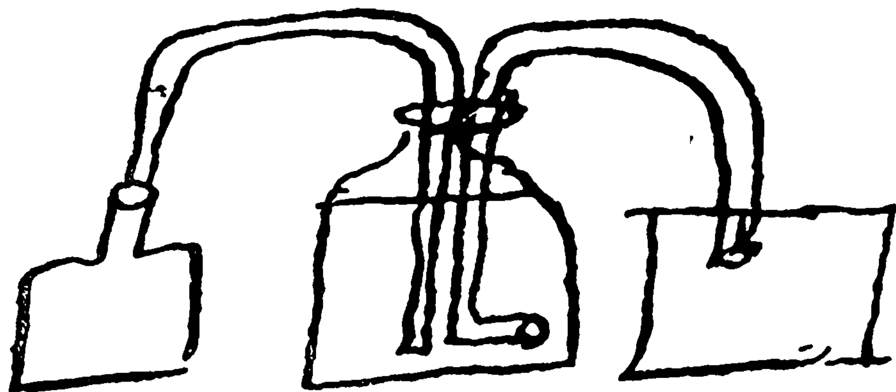
Во взрыве селитры необходимо выделить главным образом два обстоятельства: во-первых, что она вспыхивает с углем, во-вторых,— что пламя ее удивительно насколько превосходит быстрейшим и сильнейшим распространением остальные виды пламени, которыми вспыхивают иные тела. Первое нетрудно объяснить горючим началом селитряной кислоты; объяснение второго требует большего труда и осмотрительности, тем более что не может быть выведено из выясненной в предыдущем природы селитры. Необходимо поэтому сделать обозрение других природных явлений и поискать, не встречается ли что-либо сходственное с действием селитры и такое, что можно по справедливости приложить к объяснению этого действия. Никакое другое явление не отвечает больше свойству селитры давать взрыв, как явление воздуха вырывающегося после очень сильного сжатия, когда ослаблены или разрушены его преграды. Поэтому и духовые ружья, сделанные по образцу огнестрельных, по силе, правда, уступают им, но совершенно подобны по действию. Сравнивая эти явления и принимая во внимание остроумие природы, которая настолько щедра на разнообразие действий, насколько скупа на причины, легко прийти к мысли, что взрывная сила селитры обусловлена воздухом, освобождающимся из пор ее, вследствие разрушения самой селитры. Мы полагаем, что это подозревал уже Шталь * [58], утверждавший, что в селитре содержится парообразный воздух и в то время как другие тела гаснут при отсутствии доступа его, селитра сама себе доставляет воздух. Чтобы надлежащим образом исследовать это предварительное предположение, необходимо изучить более внимательно воздух, заключенный в порах тел.

---

* О селитре, гл. 1 и 3.

§ 48

Из опытов благороднейшего Бойля достаточно известно, что тела при разрушении выделяют упругую жидкость, весьма похожую на воздух, которую этот ученейший муж называл искусственным воздухом * [59]. После него Бургаве не усумнился назвать эту же жидкость безоговорочно воздухом и считал, что он находится в телах в таком количестве, что в воде его больше самой воды ** [60]. Не было, однако, опытов, которыми можно было бы подтвердить эту истину так, чтобы не оставалось никакого сомнения, пока знаменитейший Галезий неутомимым трудом *** [61] не только сделал это, но и определил для многих тел количество воздуха, заключенного в теснинах пор. Опыт, показывающий, что настоящий воздух находится в очень большом количестве в порах тел, таков. Искусственный воздух, полученный из человеческого камня, названный автор сохранял три года, но не мог заметить в нем какую-либо перемену. Он нашел, что удельный вес его тот же, что и обыкновенного воздуха, что у обоих одинаковая упругость; сверх того, искусственный воздух, сдавленный в течение нескольких дней, нисколько не потерял упругости **** [62]. Хотя мы иначе принялись за дело, но наблюдали довольно сходные явления. А именно, при смешении щелочей с купоросным маслом, селитряным спиртом и другими кислотами, а также при растворении металлов, мы получали большие количества этой упругой жидкости, нередко во сто раз превосходившие [объем] взятого вещества, и нашли, что она по всем свойствам вполне похожа на воздух. Чтобы отделить от этой упругой жидкости



* О Новых физико-механических опытах.

** Элементы химии, т. I, ч. 2. О воздухе.

*** Статика растений.

**** Галезий. Статика растений.

пары, которым некоторые приписывают расширение ее, мы пропустили ее через щелочный раствор и через винный спирт. Получившаяся так упругая жидкость, более чистая, осталась весьма похожей на воздух при хранении в течение месяцев. Она сжималась от холода, расширялась от теплоты, поддавалась сжатию и по удалении [сжимающей] силы приобретала первоначальный объем; поднималась через воду и другие жидкие тела в обычной форме пузырьков и в них, как показало наблюдение, никогда не исчезала, кроме случаев, когда жидкое тело лишено было воздуха при помощи воздушного насоса.

§ 49

Из всего этого следует с полной очевидностью, что жидкость, получающаяся из растворенных тел, есть истинный воздух, так как эти наблюдения имеют такую же силу, как химический анализ; но для лучшего доказательства можно применить аналогичное свидетельство синтеза. Так, в нескольких опытах Галезия обнаруживается, что некоторыми телами поглощается количество воздуха во много раз большее их самих. Так, одна драхма летучей аммониевой соли поглотила $2^1/_2$ кубических дюйма, откуда вычисление показывает, что объем летучей соли относится к объему поглощенного воздуха как 1 : 9. Так как, следовательно, очевидно, что настоящий атмосферный воздух сжат порами тел в гораздо меньшее пространство, то нет сомнения, что *воздух, выделенный из тел, как бы он ни превосходил их по объему, есть настоящий атмосферный воздух.*

§ 50

Не иначе, чем прочие тела, и *селитра имеет большое количество воздуха, заключенного в порах.* Галезий получил при перегонке 180-кратный объем его из этой соли * [63]. Робинс из пороха, зажженного в пустоте, выделил воздух, который занимал пространство в 244 раза

* Статика растений, гл. 6

большее, чем сам порох *[64]. При перегонке происходит распадение и разделение частиц от взаимного касания, и отсюда освобождение заключенного воздуха, но немедленно следует и воссоединение, когда частицы сгущаются, сливаются и при этом снова поглощают воздух. Наоборот, при взрыве пороха происходит распадение частей его без их последующего воссоединения. Не удивительно поэтому, что в первом случае было обнаружено меньшее количество воздуха, чем во втором. Что касается причины, по которой воздух входит в таком большом количестве в поры тела, то это чисто физический вопрос и сюда прямо не относится; впрочем для лучшего освещения этого вопроса прилагаем отдельно наши размышления об упругости воздуха.

§ 51

Обсуждающему то, что мы предлагаем в § 48 и 49, сейчас же представится вопрос: раз все тела содержат такие количества воздуха, плененного в порах,— а некоторые дают и большее количество, чем селитра,— то почему и они не имеют такой же взрывной силы? Ответить, однако, на этот вопрос легко. Действительно, предположим, что одновременно зажжены один фунт дерева и один фунт пороха; мы увидим, что последний сгорит приблизительно в одну секунду, а первое будет гореть полчаса. Но предположим, что то пламя, которое при горении дерева продолжалось полчаса, зародилось бы сразу также в одну секунду; не придется ли сравнить его с пламенем от селитряного пороха? Как ядро пушки, двигающееся со скоростью одной версты в час, натолкнувшись на стену, не повреждает ее, но пролетев это же расстояние в одну секунду, разрушает ее, так и внезапно освободившийся воздух производит разительное действие, которого не будет давать он же, выходя мало-помалу. Поэтому сила селитры или селитряного пороха происходит от внезапно вырывающегося воздуха, освободившегося из пор уничтоженной селитры; это случается и в других телах. Какой стеклянный или иной сосуд настолько крепок, что,

* Новые основания артиллерии, стр. 90.

будучи закрытым, может противостоять воздуху, возрождающемуся при растворении железных опилок в купоросном масле? Однако это же масло, сильно разбавленное водою, растворяя брусок железа, неспособно производить какое-либо действие такого рода.

§ 52

Итак, остается только объяснить, почему селитра, соединенная с углем и серою в порох, взрывается с такой силою. Но это можно легко постигнуть, если предварительно рассмотреть природу остальных составных частей пороха. А именно, частицы серы сохраняют пламя, уголь распространяет воспламенение, а селитра, флогистон которой, сильно действующий в кислоте, возбуждается примесью серы, внезапно распадаясь, родит пламя громадной силы.

Перевод *Б. Н. Меншуткина*



6

ПИСЬМО К ЛЕОНАРДУ ЭЙЛЕРУ ОТ 5 ИЮЛЯ 1748 г.

Знаменитейшему и ученейшему мужу Леонарду Эйлеру, заслуженнейшему королевскому профессору и члену славной берлинской Академии наук, а также почетному члену императорской Петербургской Академии наук и Лондонского королевского общества,

нижайший привет шлет

Михаил Ломоносов.

Каждый, кто занимается наукой и встречает одобрение трудам своим со стороны великих людей, легко поймет, как я обрадовался, получив Ваше любезное письмо. Не меньше удовольствия доставляет мне и мысль о том, какую поддержку окажет мне в будущем Ваша дружба, которою я обязан Вашей благосклонности. Очень Вам признателен, что Вы не только Вашим советом, для меня особенно почетным, побуждаете меня к объяснению рождения селитры, но и даете мне точку опоры для более ясного познания самого предмета, разработкой которого я занимаюсь со всей заботой и старанием. Я читаю, с большой пользою для себя, «Артиллерию» Робинса, снабженную Вами превосходнейшими замечаниями [1]. Но так как я полагаю, что, узнав настоящую причину упругости воздуха, легче можно раскрыть силу, которая сгущает воздух в селитре, то поэтому я счел целесообразным

предпослать трактату о рождении селитры теорию упругости воздуха [2], которой начало я положил еще тогда, когда начал серьезно размышлять о мельчайших составных частях вещей; я вижу, что она и теперь совершенно согласуется с остальными моими представлениями, которые я себе составил о частных качествах тел и о химических операциях. Хотя все это, и даже всю систему корпускулярной философии, мог бы я опубликовать [3], однако боюсь, как бы не показалось, что я даю ученому миру незрелый плод скороспелого ума, если я выскажу много нового, что по большей части противоположно взглядам, принятым великими мужами. Поэтому считаю необходимым последовать совету тех, чье суждение изощрено постоянным занятием важными вопросами, авторитет же приобретен заслугами. Так как, муж снисходительнейший, кроме обоих этих качеств, Вы еще, знаю, и благосклонны ко мне, то я не сомневаюсь, что Вы выслушаете благожелательно то, что я предлагаю Вашему просвещеннейшему суду, и, заметив пункты, недостаточно у меня обоснованные, не поставите себе в труд откровенно, как всегда, указать мои ошибки. Прежде всего считаю необходимым изложить то, с чем мы встречаемся в самом начале естественных наук.

При попытках привести к достоверности начала химии и все, что широко распространено в области углубленной физики, мне преграждает путь общепринятое мнение, считающееся у большинства аксиомой, что *плотность связанной материи тел пропорциональна их весу*. Что это справедливо для тел однородных, я признаю без колебания; кто мог бы сомневаться, что в одном кубическом футе воды вмещается одна единица веса и вещества, а в двух — две, и что два кубических фута воздуха, сжатые до объема одного кубического фута, имеют двойной вес и двойную плотность вещества; ниоткуда не вижу, однако, чтобы это было достаточно доказано для тел разнородных, а приняв это на веру, усматриваю здесь несоответствие явлениям природы. Я изъявляю полное согласие, когда читаю у выдающегося мужа Исаака Ньютона [4]: *воздух удвоенной плотности в удвоенном пространстве делается четверным, в утроенном — шестерным; то же самое предполагаю для снега или порошков, уплотненных сжатием или*

esse unica, ut mortis cessatio motus sanguinis.]
Quamobrem si mera attractio motum in corpori-
bus producit, quietis ergo causa erit impulsio; quod
falsum est: quia impulsio motum in corporibus
revera excitat, adeoque attractio nullam; hoc
est nulla datur. Denique ponamus vim attra-
ctricem meram in corporibus dari; tum corpus
A attrahit aliud corpus B, hoc est illud movet
sine ulla impulsione. Unde opus non est, ut
corpus A impingat in corpus B, adeoque nec
ut versus idem moveatur necesse est; et cum
reliqui motus ejus secundum quamcunque dire-
ctionem aliam ad movendum corpus B nil
conferre possunt, sequitur ergo corpus A in ab-
soluta quiete positum movere posse corpus B.
Hoc autem movebitur versus corpus A. accedet igi-tur
illi novum aliquid, hoc est motus versus corpus
A, qui ante in eo non fuit. Omnes autem, quae in
rerum natura contingunt, mutationes ita sunt
comparatae, ut si quid alicui rei accedit, id alteri
derogetur. Sic quantum alicui corpori materiae
additur, tantundem decedit alteri, quot horas
somno impendo, totidem vigiliae detraho etc.
Quae naturae lex cum sit universalis, ideo etiam
ad regulas motus extenditur: corpus enim quod
impulsione ad motum excitat aliud, tantum
de suo amittit, quantum alteri a se moto imper-
tit. Igitur ex hujus legis motus, qui versus corpus

Две страницы из письма М. В. Ломоносова к Л. Эйлеру от 5 июля

corpori B accedit, detrahitur ei, a quo corpus B motum illum acquirit, hoc est corpori A. Sic cum nulli corpori detrahi potest id, quod non habet, necesse igitur est, ut corpus A moveatur, si attrahit corpus B, adeoque corpus A in absoluta quiete positum non potest movere aliud corpus B, quod superius probatis contradicit. Idcirco aut attractio mera locum in rerum natura non habet, aut simul idem esse et non esse, absurdum non est. Ego prius amplector, posterius iis relinquo, qui omnia fere phaenomena unico vocabulo explicare gaudent. Ceterum si instituti ratio permitteret ipsos adire fontes, unde attractio ad naturam corporum derivatur, et scientiam naturae tam inundant, liquidior videri posset, quae hic aperitur veritas. Verum id ad peculiarem tractationem reservo. Quoniam itaque attractio mera nulla esse potest, sequitur gravitatem corporum sensibilem ab impulsione proficisci, adeoque dari materiam, quae illa versus centrum telluris urget. Gravium autem corporum etiam minimae particulae sunt graves, unde materiam gravificam agere etiam in minimas particulas, penetrare angustissimos poros liberrime, atque adeo fluidissimam esse debere, manifestum est. Haec autem materia in particulas corporum agere nequit, nisi in illas impingat; impingere autem non potest, quin illae resistant, hoc est opponant latera sua illi impervia. Hinc autem sequitur dari particulas, gravia corpora constituentes, materiae gravificae imperviae, quae in earum superficiem agit.

1748 г. (Архив АН СССР, ф. 136, оп. 2, № 2, лл. 449 об.— 450)

приведением в жидкое состояние (Математические начала натуральной философии, опред. 1). Но не могу согласиться с высказываемым в конце общим заключением, что *масса познается по весу каждого тела.*

Поскольку нельзя умозаключать от частного к общему, то и нет необходимости, чтобы то, что справедливо утверждается относительно однородных тел, имело силу и для разнородных. Хотя (там же, кн. II, разд. VI, предл. XXIV) дается доказательство теоремы, утверждающей, что количество материи следует определять по весу, я все-таки не вижу, чтобы положение это было верным вообще. Вся сила этого доказательства зиждется на опытах со столкновением тел, образующих маятники. Я не сомневаюсь, что они проделаны им со всею тщательностью; очевидно, однако, что для них брались или однородные тела разной величины, или же тела разнородные. В первом случае я согласился бы с полной истинностью теоремы и с убедительностью доказательства, если бы в них понятие тела определялось через понятие его однородности; во втором же окажется, что он определял количество вещества в разнородных телах, которые брались для опытов, по их весу и принимал за истину то, что следовало доказать. Я согласен, что это не наносит никакого ущерба законам, определяющим силы тела по их скорости совместно с их сопротивлением; под каким бы названием ни рассматривалось последнее, в механике всюду оно оценивается по весу тел, и нечего бояться ошибок в определении сил крупных тел, так как здесь применяется всюду одно и то же измерение; но я считаю невозможным приложить теорему о пропорциональности массы и веса к объяснению тех явлений, которые зависят от мельчайших частиц тел природы, если мы не хотим все время ошибаться. Так как в физике положение это принято как общее для всех явлений, то чего только не приходится придумывать тем, кто берется объяснять частные качества тел, исходя из природы мельчайших корпускул. Даже у людей большого ума случается встретить приписывание противоречивых свойств одному и тому же телу; очень много у них такого, что совершенно чуждо мудрейшей простоте природы. Да и сам я, потратив много труда на изыскание фигуры частиц объясняющей частные свойства тела и не противоречащей приведенной физической

теории, понял, что не получу никаких плодов от своей прилежной работы. Долго было бы перечислять по отдельности все, что не позволяет мне признать неизменную пропорциональность между массой тел и их весом; я приведу здесь то, что мне кажется наиболее важным. Во-первых, имеются тела самого различного удельного веса, обладающие такими свойствами, из которых совершенно ясно, что плотность материи их почти одинакова. Таковы, например, золото и вода, если их сравнивать друг с другом.

Вода почти в двадцать раз легче золота, однако по признакам совершенно ясным имеет такую же плотность материи; и прежде всего ее, так же как и золото, нельзя сжать в меньший объем приложением какой бы то ни было внешней силы. На этом основании представляется весьма вероятным и почти несомненным, что частицы связанной материи воды находятся в непосредственном соприкосновении (ибо протекающая материя, если бы таковая находилась в промежутке между связанными частицами, уступила бы малейшему давлению) и следовательно расположены, можно сказать, наиболее плотно. Затем, различная величина частиц и пор в разных телах нисколько не может содействовать приобретению различий в плотности материи, если допустить, что в каждом теле фигура и расположение частиц одинаковы. Итак, приняв пропорциональность плотности тела весу его, остается прибегнуть к различию фигуры. Для того чтобы плотность материи в телах была наибольшей, самой подходящей фигурой корпускул будет кубическая. Итак, допустим, что частицы золота имеют подобную форму, хотя его поры, открытые для самой воды, даже загруженной соляными частицами, а также и вполне гибкая природа этого металла и препятствуют признать это. Но какую форму припишем мы частицам воды? Если мы предположим, что она состоит из сплошных шариков (что я считаю наиболее подходящим не только для воды, но и для атомов всех природных тел), то плотность материи золота будет больше приблизительно в два раза, а не в двадцать раз. Если же мы представим себе в каждом шарике полость, которая будет в десять раз больше его плотной оболочки, так что полые шарообразные частицы воды будут по плотности материи относиться к кубическим сплошным

частицам золота приблизительно как 1 к 20, то толщина оболочки частиц воды будет относиться к диаметру их полости приблизительно как 1 к 60. При этом условии вода будет состоять из тончайших пузырьков, которые едва окажут сопротивление даже самому слабому давлению, тогда как вода, нагнетаемая с весьма большой силой, скорее проникнет в самые узкие поры металлов, чем потерпит хотя бы ничтожный ущерб в своем объеме; и когда при замерзании воды воздух из ее пор силою холода собирается в пузырьки и давит с величайшей упругостью, то скорее разорвется прочнейшая бомба, чем вода уступит сколько-нибудь из своего пространства. Думаю, что природа лучше позаботилась о прочности тех [частиц], которые намеревалась противопоставить таким силам. Но сделанное предположение противоречит лишь одному-двум качествам воды; остальные же виды фигур, которые можно было бы представить в поддержку подвергнутого здесь сомнению тезиса, вовсе непригодны как находящиеся в полном несоответствии также с прозрачностью, подвижностью и почти всеми другими качествами воды. Итак, если мы на основании непреодолимой прочности частиц воды будем считать их сплошными и на основании их подвижности шарообразными и сделаем из сказанного выше тот вывод, что расположение частиц в воде, как и в золоте, наиболее плотное, то конечно нельзя будет отрицать, что плотность материи в золоте и в воде различается мало. Подобным же образом я мог бы рассуждать и обо многих других телах, напр., об алмазе и ртути, сравнивая их твердость и удельный вес; но так как этим путем можно установить лишь вероятность, но не необходимость утверждения, обратного рассматриваемому тезису, то я перехожу к тому, что представляется более важным.

Никто не сомневается в том, что явления, представляющие собой следствия, становятся яснее и понятнее, если познана их причина; поэтому нельзя сомневаться и в том, что, усмотрев причину тяготения, можно считать объясненными и различия в удельном весе. Поэтому я должен, как того требует поставленный вопрос, коротко высказаться о причине тяготения.

Я не буду вступать в спор с теми, кто считает тяготение тел одним из их существенных атрибутов и потому полагает, что и исследовать

его причину нет надобности; но я без всякого колебания признаю, что как всякое вообще движение и стремление тел в каком бы то ни было направлении, так и тяготение, представляющее собой разновидность [такового], может у всякого тела без нарушения его сущности отсутствовать, точно так же как и то количество движения, которое порождается из приращения скорости падающих тел. Так как, следовательно, должно существовать достаточное основание, в силу которого ощутимым телам свойственно скорее устремляться к центру земли, чем не устремляться, то приходится исследовать причину тяготения. Возникать оно должно либо от толчка, либо от чистого притяжения. Что тела могут двигаться от толчка, это вполне достоверно; чистое же притяжение остается под вопросом, и нет недостатка в достаточно веских доводах, устраняющих его из природы вещей. Хотя я не сомневаюсь, что Вам, ученейший муж, они достаточно известны, однако считаю необходимым ради связности [изложения] привести здесь некоторые из них. Прежде всего, если в телах существует чистая сила притяжения, то необходимо допустить, что она прирождена им для производства движения. Но всем известно, что движение тел производится и толчком. Окажется, следовательно, что для вызывания одного и того же следствия в природе существуют две причины, и притом противоположные одна другой: ибо что может быть более противоположным чистому притяжению, чем простой толчок? Но никто не станет отрицать, что противоположные причины должны производить противоположные следствия. (Пусть не приводят против этого примеров, кажущихся противоречащими, напр., что живые существа умерщвляются одинаково жаром и холодом. Ибо я здесь подразумеваю не отдаленные причины, которых может быть множество, а ближайшую причину, которая для каждого следствия должна быть единственной, как, например, для смерти прекращение кровообращения). Поэтому если чистое притяжение производит в телах движение, то толчок окажется причиной покоя; но это ложно, так как в действительности толчок возбуждает в телах движение; значит притяжение не возбуждает движения, т. е. вовсе не существует. Наконец, предположим, что в телах существует сила чистого притяжения: тогда тело A притяги-

вает тело *B*, т. е. движет его без какого-либо толчка. Значит не нужно, чтобы тело *A* ударилось в тело *B*, а следовательно нет необходимости и в том, чтобы оно двигалось по направлению к нему; а так как остальные движения его в каком бы то ни было другом направлении не могут иметь никакого значения для приведения в движение тела *B*, то отсюда следует, что тело *A*, находясь в абсолютном покое, движет тело *B*. Последнее же будет двигаться по направлению к телу *A*, то есть к нему прибавится нечто новое, а именно, движение к телу *A*, которого в нем ранее не было. Но все встречающиеся в природе изменения происходят так, что если к чему-либо нечто прибавилось, то это отнимается у чего-то другого. Так сколько материи прибавляется какому-либо телу, столько же теряется у другого, сколько часов я затрачиваю на сон, столько же отнимаю от бодрствования, и т. д. Так как это всеобщий закон природы, то он распространяется и на правила движения: тело, которое своим толчком возбуждает другое к движению, столько же теряет от своего движения, сколько сообщает другому, им двинутому. Итак, в силу этого закона прибавившееся к телу *B* движение по направлению к телу *A* отнимается оттуда, откуда тело *B* приобретает это движение, т. е. от тела *A*. Но так как ни от какого тела нельзя отнять то, чего в нем нет, то необходимо, чтобы тело *A* двигалось, если оно притягивает тело *B*, и следовательно тело *A*, находясь в абсолютном покое, не может двигать другое тело *B*, а это противоречит доказанному выше. Таким образом, или чистое притяжение не существует в природе, или не является нелепостью, что одно и то же одновременно и существует и не существует. Я принимаю первое, а второе предоставляю тем, кто рад чуть ли не все явления объяснить одним единственным словом. Впрочем, если бы характер поставленной задачи позволил обратиться к самым источникам, откуда притяжение вносится в природу тел и наводняет естественные науки, то утверждаемая здесь истина могла бы стать яснее; но я оставляю это для специальной разработки. Итак, поскольку никакое чистое притяжение не может существовать, то отсюда следует, что тяготение ощутимых тел проистекает от толчка, и следовательно существует материя, которая толкает их к центру земли. Но тяжестью обладают и мельчайшие

частицы тяжелых тел, откуда очевидно, что тяготительная материя воздействует даже на мельчайшие частицы, вполне свободно проникает в самые узкие поры и, следовательно, должна быть в величайшей степени текучей. Но воздействовать на частицы тел эта материя не может иначе, как ударяясь в них, ударяться же не может без того, чтобы они оказывали ей сопротивление, т. е. противопоставляли ей свои бока, для нее непроницаемые. Отсюда следует, что существуют составляющие тяжелые тела частицы, непроницаемые для тяготительной материи, которая действует на их поверхность. Пусть, при этих условиях, тело A равно телу B протяжением и плотностью материи, и частицы того и другого тела, на поверхность которых действует тяготительная материя, шарообразны и имеют одинаковое расположение. Пусть, наконец, диаметр каждой частицы тела A равен d, а окружность равна p; тогда ее поверхность будет равна dp. Пусть, далее, диаметр частицы тела B равен $d-e$; ее поверхность будет равна $(d-e)^2p:d$. Затем, пусть число частиц тела A равно a; так как тело A равно телу B протяжением и плотностью материи, а частицы того и другого по условию имеют одинаковую форму и одинаковое расположение, то число частиц тела A будет относиться к числу частиц тела B, как куб диаметра частицы тела B к кубу диаметра частицы тела A, т. е. это отношение будет равно $a:\frac{ad^3}{(d-e)^3}$, и, следовательно, сумма поверхностей частиц тела A будет относиться к сумме поверхностей частиц тела B, как $adp:\frac{ad^3}{(d-e)^3}\times(d-e)^2p:d=\frac{a}{d}:\frac{a}{d-e}$. А так как тяжелые тела, отовсюду окруженные толстыми стенами и заключенные в каменные погреба, ничего не теряют из своей тяжести, то отсюда ясно, что тяготительная материя, проходя через поры тел, не задерживается, а всегда движется с одной и той же скоростью и обрушивается на отдельные частицы с одинаковым натиском. Но у тел A и B, по условию, одинаковое количество материи и, следовательно, одинаковая инерция. Итак, различие действия тяготительной жидкости будет определяться отношением поверхностей, с которыми она сталкивается. А так как, по доказанному, сумма поверхностей частиц тела A меньше, чем сумма поверхностей частиц тела B, то тяготительная жидкость будет воз-

действовать на тело *A* с меньшей силой, чем на тело *B*, и, следовательно, тело *B* будет обладать бо́льшим удельным весом, чем тело *A*. Но в обоих телах, по условию, плотность материи одна и та же, следовательно, она не пропорциональна тяжести. Это по необходимости должно быть при различной величине частиц; но то же самое выводится и в том случае, когда частицам различных тел приписывается различная фигура. Итак, если мы хотим признать, что тяжесть тел везде пропорциональна плотности их материи, то мы должны или положить, что непроницаемые для тяготительной жидкости частицы всех вообще тел обладают одной и той же величиной и фигурой, или отвергнуть тяготительную жидкость. Первому противоречит поразительное разнообразие тел природы, второе противно здравому смыслу и ведет к признанию таинственных качеств. Кроме того, надо принять в соображение, что если мы признаем видимый мир полным материи, то должны допустить и невесомую материю, ибо иначе тела не могли бы ни подниматься, ни опускаться силою тяжести в эфирной жидкости. Если же мы принимаем невесомую материю, то, переходя от большего к меньшему, придется заключить, что существуют различные материи, уступающие другим материям по удельному весу. О том же говорит и аналогия прочих качеств, которыми обладают ощутимые тела; так, свет может быть отнят от тела, но может и меняться по степени интенсивности; то же общеизвестно и для звука, упругости, вкуса и прочих качеств.

Если мы, таким образом, согласимся признать, что удельный вес тел изменяется пропорционально поверхностям, противопоставляемым тяготительной жидкости непроницаемыми для нее частицами, то не только будут устранены все упомянутые выше затруднения, но и откроется более широкий путь как для лучшего объяснения весьма многих явлений, так и для исследования природы мельчайших частиц. Действительно, если положить, что сумма поверхностей частиц золота приблизительно в двадцать раз больше, чем сумма поверхностей частиц воды в равном объеме, то окажется, что золото почти в двадцать раз тяжелее воды при той же плотности материи. И чтобы мне здесь не возражали, что поры золота вследствие тонкости его частиц должны

быть столь узкими, что в них не смогут проникнуть частицы воды, которые, вследствие ее меньшего веса, имеют большую величину, и даже частицы царской водки, я скажу, что царская водка проникает лишь в те поры золота, которые находятся между смешанными частицами этого металла, т. е. частицами, составленными из разнородных начал, между которыми царская водка не проникает, ибо иначе она разъединила бы составные части золота и, следовательно, совершенно разрушила бы его само. Далее, при помощи этой теории совершенно отвергается известное мнение об огне, остающемся в кальцинированных телах [5]. Действительно, хотя нет никакого сомнения, что частицы из воздуха, непрерывно текущего на кальцинируемое тело, смешиваются с последним и увеличивают его вес, однако, если учесть опыты в замкнутом сосуде, при которых также увеличивается вес кальцинируемого тела, то можно будет ответить, что вследствие уничтожения сцепления частиц кальцинированием их поверхности, ранее закрытые взаимным соприкосновением, оказываются уже свободно подверженными тяготительной жидкости и потому сильнее пригнетаются к центру земли. Наконец, небесполезной, думаю я, будет эта теория и для исследования отношения величин частиц, принадлежащих телам различного рода, если на основании других данных станут известны их состав, расположение и фигура. Но я счел нужным привести это лишь в качестве примера. Я предложил бы больше, если бы не видел, что уже распространился здесь более чем достаточно. Добавлю, однако, что согласно показанному выше воздух должен быть гораздо тяжелее воды, если только частицы его окажутся в наиболее тесном расположении. Действительно, его частицы меньше частиц воды, так как входят в ее поры.

Вот, знаменитейший муж, что я обдумываю уже несколько лет и что не позволяет мне привести в единую систему и опубликовать результаты моих исследований, относящихся к причинам частных качеств. Но не сомневаюсь, что Ваше острое суждение освободит меня из этого лабиринта. Примите, несравненный муж, эти мои размышления со свойственной Вам непредубежденностью и не оставляйте меня Вашим благосклонным расположением. Будьте здоровы.

Петербург, 5 июля ст. ст., 1748 г.

Перевод *Я. М. Боровского*

7

ОПЫТ ТЕОРИИ УПРУГОСТИ ВОЗДУХА

§ 1

После того как сделалось известным применение воздушного насоса [1], естественные науки получили огромное развитие, особенно в части, трактующей о природе воздуха. Свойства последнего, совершенно неизвестные в прошлом веке, мы в настоящее время не только познали, но даже выразили математическими законами, и с восхищением видим, что они находятся почти на высшей ступени ясного познания. Но, хотя в физических сочинениях чаще, чем другие свойства воздуха, описывается упругость его и каждому, приступающему к изучению естественных наук, она представляется одним из главных факторов природных явлений, тем не менее причина ее еще недостаточно выяснена и для раскрытия ее даже прославленные испытатели природы напрасно напрягали свою изобретательность. Поэтому физики-исследователи по большей части не затрагивают причин упругости, но довольствуются лишь описанием действий ее. А если даже кто указывает причины, то последние и имеют под собою шаткую опору и недостаточны для объяснения явлений, вызываемых упругостью воздуха. А по большей части эти причины уже потому не

имеют никакого значения, что не содержат в себе ничего, кроме самого вопроса, только пересказанного в других выражениях.

§ 2

Из всех предложенных для объяснения упругости воздуха гипотез, которые до настоящего времени нам сделались известными из сочинений физиков, кажутся более правдоподобными исходящие из законов центральных движений, ибо в них не выдается за самую причину подлежащий решению вопрос в измененных выражениях и не предлагается нечто чуждое законам движения. И мы, взявшись за это дело, лишь повторяли бы уже сделанное, если бы не видели, что в этом выдающемся открытии до сих пор имеются некоторые недостатки или, вернее, избытки.

§ 3

Действительно, мы считаем излишним призывать на помощь для отыскания причины упругости воздуха блуждающую жидкость, подобную тем, какие многими — по обычаю века, изобилующего тонкими материями,— применяются обыкновенно для объяснения природных явлений. Мы довольствуемся тонкостью и подвижностью самого воздуха и ищем причину упругости в его собственной материи. Всякий, кто прочитал наши Размышления о причине теплоты [2] и сопоставит с ними последующее, согласится, что мы делаем это не без основания.

§ 4

Чтобы приступить к этому делу в должном порядке, начнем с ясного представления об упругости воздуха; поэтому предпошлем этому рассуждению определение и скажем, что сила упругости [3] состоит в стремлении воздуха распространяться во все стороны. Отсюда мы заключаем, что удаляются друг от друга нечувствительные частицы воздуха, когда он по устранении препятствий действительно

расширяется. Итак, приходится рассмотреть две вещи: природу самих частиц и силу, которой они удаляются друг от друга.

§ 5

Частицы воздуха можно себе представить двояким образом: либо отдельные частицы сложены так, что, обладая известным составом и органическим строением, они стремятся распространить образующие их части, и таким образом каждая отдельная частица может расшириться в большее пространство и сжаться в меньшее; либо свойство упругости проявляют не единичные частицы, не имеющие какой-либо физической сложности и организованного строения, но производит совокупность их.

§ 6

Первое предположение, будучи крайне несоответствующим величайшей простоте природы, представляется также несовместным с прозрачностью и нерушимой прочностью воздуха. Ибо во всем составном и организованном должны находиться части, которые теплотворной силою все больше и больше возбуждаются к проявлению более сильной упругости. Поэтому, когда воздух разрежается от солнечной теплоты, то лучи солнца должны непременно проникать в любую частицу. А так как при падении из окружающей эфирной среды (или, если угодно, из пустоты) лучам необходимо пройти через оседающие в ней и, следовательно, удельно гораздо более тяжелые твердые частицы бесконечное число раз, то это не может произойти без того, чтобы в любой частице воздуха они не претерпели преломление при входе и выходе. И хотя в частицах такого рода преломление может быть бесконечно мало, но преломившийся в бесчисленных частицах от поверхности атмосферы до самой земли свет был бы настолько ослаблен, что нам пришлось бы обретаться в вечной ночи. Это подтверждается сходным примером: частицы или молекулы воды, состоящие из совокупности ее атомов и образующие тучи, хотя и

незначительно преломляют свет каждая в отдельности и в пространстве не очень большом не уничтожают прозрачности воздуха, но, собравшись более густо и глубоко, они затемняют небо чернотой, а иногда почти совершенно не позволяют пользоваться полуденным светом.

§ 7

Затем примем во внимание столь многочисленные изменения, претерпеваемые воздухом, крайне быстрые движения его, весьма сильные столкновения и сильнейшие трения с весьма твердыми телами, когда давит вся атмосфера, и припомним опыт Роберваля [4], который держал воздух сильно сжатым в течение 15 лет и в конце концов нашел упругость его неизменной; невозможно представить, чтобы отдельные частицы воздуха, столь тонкие, были организованы или составлены из многих частей непостижимой малости, весьма подвижных и поэтому очень непрочно связанных друг с другом. Поэтому мы принимаем второе предположение § 5 и нисколько не сомневаемся, что *частицы воздуха — именно те, которые производят упругость, стремясь отойти друг от друга,— лишены всякого физического сложения и организованного строения* и, чтобы быть способными переносить такие испытания и производить столь поразительные действия, должны быть крайне прочными и не подверженными каким-либо изменениям; поэтому их по справедливости следует назвать *атомами*. А так как они физически действуют на вещественные тела, то сами должны быть телесными и иметь *протяжение* [5].

§ 8

Что же касается фигуры атомов воздуха, то мы считаем, что подвижности, прочности, простоте и мягчайшей природе воздуха никакая другая фигура не подходит более, чем весьма близкая к шарообразной; это с полной ясностью мы выводим из наблюдений над отражением воздуха от эллиптических сводов. Так как, далее, горячий воздух нагревает находящиеся в нем холодные тела, то значит атомы его

возбуждают в частицах соприкасающихся с ним тел вращательное движение *, которое и производит теплоту. А это может происходить лишь если между ними возникает трение; а трение может возникнуть *только если воздушные атомы шероховаты.*

§ 9

Но это в высшей степени согласно с природою вещей. Действительно, у всех тел мира — и взятых в целом, и в их частях — фигура, свойственная каждому, никогда не оказывается столь выровненной, чтобы не обнаруживать каких-либо неровностей. Но эти последние наличествуют лишь в такой мере, что вследствие ничтожнейшего отношения их к целому самая фигура сохраняет свой вид. Подобно тому как природа для своих надобностей наделила наш земной шар горами и сделала принадлежащие ему частичные тела, даже самые гладкие на ощупь и ничтожнейшие по размерам в сравнении с ним, шероховатыми вследствие неровностей,— так же по аналогии мы заключаем, что и воздушные атомы, хотя и не имеют никакого физического сложения, рачением той же природы, искусной в своей простоте, снабжены ничтожнейшими, но крепчайшими выступами для воспроизведения полезнейших действий.

§ 10

Но атомы воздуха, проявляя упругость, отодвигаются друг от друга или каким-либо непосредственным взаимным действием, или через посредство какой-либо жидкости, обращающейся между ними и поэтому состоящей из гораздо меньших частиц. Нам приходится рассудить, которая из этих двух возможностей имеет место при проявлении упругости. Для этого нам послужит главное из свойств упругости воздуха, а именно, что она тем значительнее, чем больше воздух сжат внешней силою и чем ближе атомы его подходят друг к другу.

---

* См. наши Размышления о причине теплоты [6].

§ 11

Предположим сначала, что частицы воздуха расходятся в разные стороны от действия какой-то крайне тонкой жидкости, находящейся между ними. Когда воздух в каком-либо твердом сосуде сдавливается в меньшее пространство, то эта жидкость или сжимается вместе с ним, или не сжимается. В первом случае: 1) стенки твердого сосуда будут непроницаемы для этой тончайшей жидкости — и, следовательно, частицы ее будут едва меньше или вовсе не меньше воздушных атомов, что противоречит сказанному в § 10; 2) эта жидкость будет действовать сама на заключающие ее сосуды: тогда очевидно не требуется, чтобы в этой жидкости плавали частицы воздуха, так как ее одной достаточно для воспроизведения действий упругости по отношению к телам; 3) частицы ее будут обладать стремлением удалиться друг от друга, так что надо будет снова давать объяснение этого, и в конце концов рассматриваемый вопрос останется неразрешенным. Во втором же случае: 1) названная жидкость почти не будет производить какого-либо действия на стенки даже самых прочных сосудов, а следовательно, и на тончайшие атомы воздуха, легко уклоняющиеся по своей легкости и подвижности от всякой действующей на них силы; 2) когда сжатый в сосуде воздух сгустится, а плотность жидкости, проходящей через стенки сосуда, будет оставаться той же самой, то количество атомов воздуха по отношению к количеству жидкости сделается больше, чем до сжатия. Поэтому упругость жидкости, количество которой сделалось меньше, будет производить меньшее действие на атомы воздуха и, следовательно, упругость воздуха, сжатого внешней силой в меньшее пространство, должна уменьшаться.

§ 12

Все это доказывает с полной очевидностью, что сила упругости воздуха не может происходить от какой-либо жидкости, находящейся между его частицами. И так как названная сила, при прочих равных условиях, увеличивается и уменьшается пропорционально плотности

собственной материи воздуха, то нет сомнения, что *она происходит от какого-то непосредственного взаимодействия его атомов.*

§ 13

Одно тело не может непосредственно действовать на другое, не соприкасаясь с ним; поэтому когда атомы воздуха непосредственно действуют друг на друга, то должны обязательно находиться в соприкосновении. Далее, так как наш атмосферный воздух под влиянием внешней силы может быть сжат в более чем тридцатикратно меньший объем, то между атомами его существуют промежутки, не наполненные собственной его материей, и в них может поместиться очень много таких атомов; следовательно, атомы не находятся во взаимном соприкосновении. Эти два на первый взгляд противоречивые, но тем не менее вполне правильные положения нельзя иначе примирить, как расчленив эти два противоположных состояния атомов во времени так, чтобы атомы находились то в одном, то в другом поочередно. Чередование же такого рода должно по необходимости происходить так, чтобы не все атомы одновременно оказывались в одном и том же состоянии и чтобы данное состояние не длилось в течение какого-либо ощутимого времени. Ибо первое довольно часто вызывало бы разительные изменения в протяженности, а второе сделало бы расширение воздуха чрезмерно замедленным и вялым. Итак, очевидно, что отдельные атомы воздуха, в беспорядочном чередовании, сталкиваются с ближайшими через нечувствительные промежутки времени, и когда одни находятся в соприкосновении, иные друг от друга отскакивают и наталкиваются на ближайшие к ним, чтобы снова отскочить; таким образом, непрерывно отталкиваемые друг от друга частыми взаимными толчками, они стремятся рассеяться во все стороны.

§ 14

Установив все это, нам остается показать, каким образом атомы воздуха так взаимодействуют между собою, что один атом отталкивает

другой. Данные для этого может представить не что иное, как важнейшее свойство того же упругого воздуха. А именно, каждому известно, что при возрастании теплоты воздуха и упругость его все более усиливается, а при уменьшении все более ослабевает. Таким образом, при прочих равных условиях, при наивысшем известном нам жаре наблюдается и наибольшая упругость, а при наименьшем, т. е. при наибольшем испытанном до сего дня холоде, наименьшая, согласно постоянному закону. Отсюда очевидно, что воздушные атомы действуют друг на друга взаимным соприкосновением сильнее или слабее в зависимости от увеличения или уменьшения степени теплоты, так что если было бы возможно, чтобы теплота воздуха вовсе исчезла, то атомы должны были бы вовсе лишиться указанного взаимодействия. А отсюда следует, что *взаимодействие атомов воздуха обусловлено только теплотою* [7].

§ 15

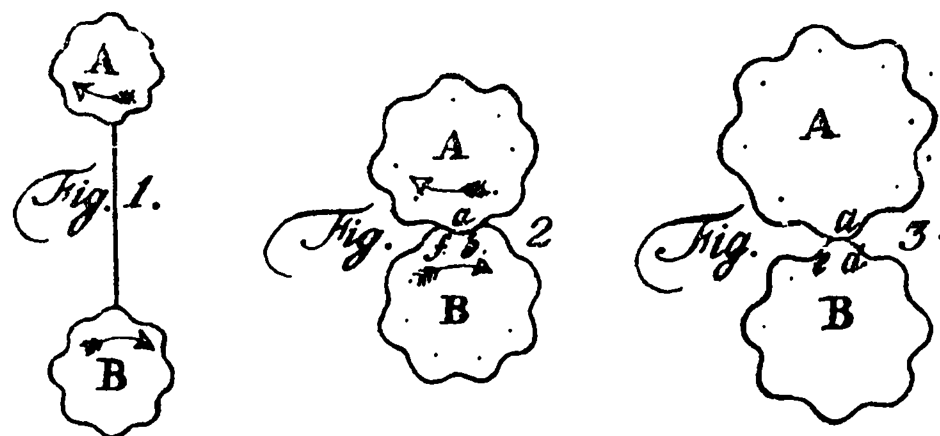
Теплота состоит во вращательном движении частиц горячего тела *, поэтому все, что производит теплота, вызывается вращательным движением частиц нагретого тела, так что и взаимодействие атомов воздуха зависит от вращательного движения их [9]. Но два шарообразные тела, совершенно гладкие, помещенные рядом друг с другом и приведенные в самое быстрое вращательное движение, не могут взаимодействовать так, чтобы отталкивать друг друга. Итак, здесь еще раз подтверждается доказанная выше (§ 8) истина и видна изобретательность предусмотрительной природы, которая очень часто одним и тем же средством производит в телах разные действия. Так, здесь шероховатость атомов воздуха служит как для передачи теплоты его другим телам (§ 8), так и для осуществления упругости.

§ 16

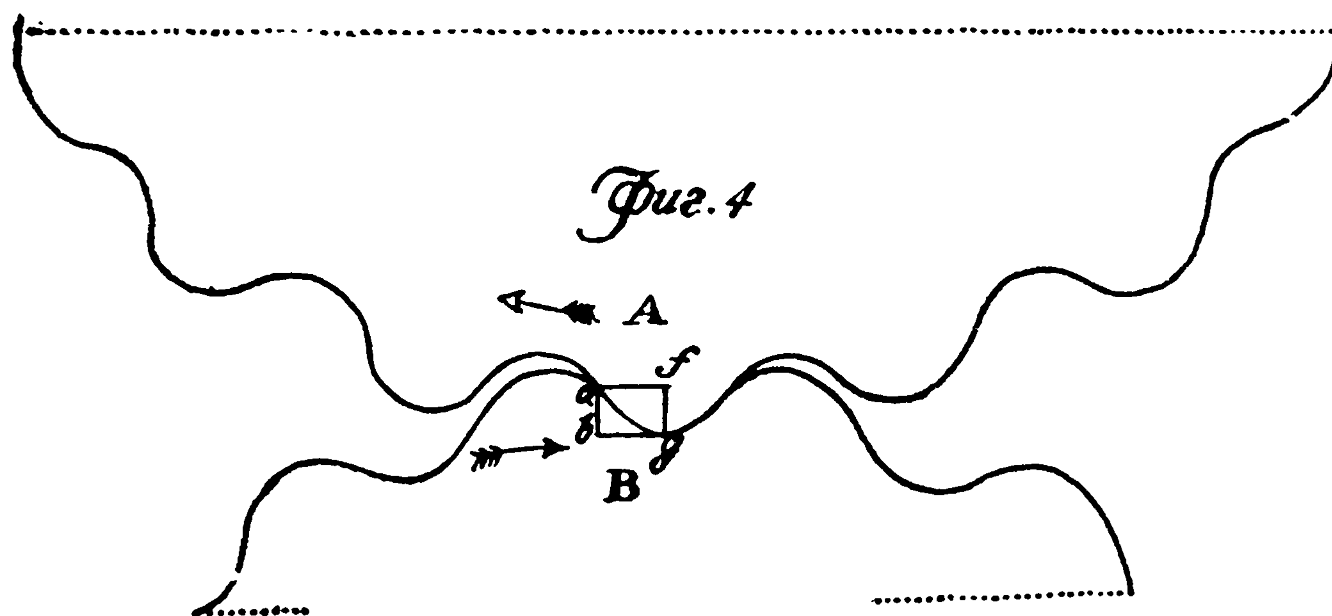
Итак, пусть два атома воздуха A и B отстоят друг от друга, причем A находится выше B [фиг. 1]. Пусть оба весьма быстро вращаются

* Размышления о теплоте [8].

таким образом, что часть поверхности атома *A*, обращенная к атому *B*, передвигается в направлении, противоположном тому, в котором движется часть поверхности атома *B*, обращенная к атому *A*, как показы-



вают стрелки. Пусть во время вращательного движения атом *A* падает от силы тяжести на атом *B*; при соприкосновении их неровности совпадут так, что либо выступ *a* атома *A* попадет во впадину *b* атома *B*, как



на фиг. 2, либо будет давить на самый выступ *d* атома *B*, как показывает фиг. 3. В первом случае выступ *a* атома *A* должен при поднятии из впадины *b* перевалить выступ *f* [фиг. 4], так что атомы *A* и *B* друг от друга отойдут на расстояния *gf* или *ab* за то ничтожное время, пока стремящиеся в противоположных направлениях поверхности атомов *A* и *B* пробегут дугу *ga*. Во втором случае атомы в месте соприкоснове-

ния будут продвигаться друг подле друга до тех пор, пока выступ a атома A не попадет во впадину e атома B [фиг. 3]. А дальше все последует, как это должно быть в первом случае.

§ 17

При этом расположении, так как отдельные атомы имеют вес, то силою тяготения один атом будет падать на другой. Находясь в быстром вращении, атомы после соприкосновения сейчас же оттолкнутся друг от друга — как мы это показали в предшествующем параграфе. Так как, однако, при огромном множестве атомов, не может случиться, чтобы каждый падал на верхнюю точку поверхности нижнего атома, то поэтому их отталкивательное действие будет чаще всего происходить по линиям, более или менее наклонным к горизонту, и таким образом сила упругости будет проявляться во все стороны.

§ 18

Выясненное сейчас взаимодействие атомов показывают также волчки, которыми играют мальчики на льду. Действительно, два таких волчка, приведенные в очень быстрое вращение, после того как медленно приблизились один к другому, после соприкосновения очень быстро отскакивают друг от друга — это отражение происходит от неровностей их поверхностей. Чем более извилисты эти поверхности в месте соприкосновения, тем быстрее отскакивают волчки. Это может произойти между двумя волчками трижды или даже четырежды, прежде чем вращение их прекратится и они упадут; это происходит, если их перестают подгонять кнутом.

§ 19

Хотя предложенная нами теория подкрепляется достаточно твердыми доводами, но еще бóльшая ее очевидность раскроется нам, если при помощи ее свойства воздуха и наблюдаемые в нем явления будут так

объяснены, что представятся ясно и даже с полной отчетливостью их причины. Ведь та теория наилучшая, которая не только не противоречит ни одному свойству той вещи, для объяснения которой она предложена, но объяснением этих свойств пользуется как самыми убедительными доказательствами, подтверждающими ее. Поэтому и мы в дальнейшем исследуем нашу теорию, разбирая важнейшие свойства воздуха и различные происходящие с ним явления [10].

§ 20

Атмосфера состоит из бесконечного числа атомов воздуха, из коих нижние отталкивают те, которые на них лежат, вверх настолько, насколько это позволяют им все остальные атомы, нагроможденные над ними, вплоть до верхней поверхности атмосферы. Чем дальше от земли отстоят остальные атомы, тем меньшую массу толкающих и тяготеющих атомов встречают они в своем стремлении вверх; так что верхние атомы, занимающие самую поверхность атмосферы, только своей собственной тяжестью увлекаются вниз и, оттолкнувшись от ближайших нижних, до тех пор несутся вверх, пока полученные ими от столкновения импульсы превышают их вес. Но как только последний возьмет верх, они снова падают вниз, чтобы снова быть отраженными находящимися ниже. Отсюда следует: 1) что атмосферный воздух должен быть тем реже, чем более он отделен от центра земли; 2) что воздух не может бесконечно расширяться, ибо должен существовать предел, где сила тяжести верхних атомов воздуха превысит силу, воспринятую ими от взаимного столкновения.

§ 21

Чем скорее пробегают дугу ag [фиг. 4] поверхности атомов воздуха A и B, тем быстрее сами атомы проходят расстояние ab или fg, удаляясь друг от друга, и поэтому приобретают бóльшую скорость при отражении, сильнее действуют на оказывающие сопротивление телá, а по их удалении дальше отскакивают друг от друга. И так как чем быстрее

движутся поверхности, тем быстрее вращаются и сами атомы воздуха, а вместе с ускорением вращательного движения растет и теплота *, то поэтому не удивительно, что более теплый воздух имеет бо́льшую упругость.

§ 22

Наконец, опыт показал, что высшую степень холода, наблюдаемую зимою в странах, расположенных к северо-западу, превосходит суровость зимы наших областей, которая все же значительно уступает жесточайшему морозу Якутской области, сковывающему почти все жидкости кроме воздуха. Рассуждение приводит нас к выводу (как показано в наших Размышлениях о причине теплоты и холода), что нигде на нашем земном шаре не может быть абсолютного холода [12], и поэтому нигде полностью никогда не прекращается вращательное движение атомов воздуха и нигде, очевидно, нельзя найти воздух без упругости.

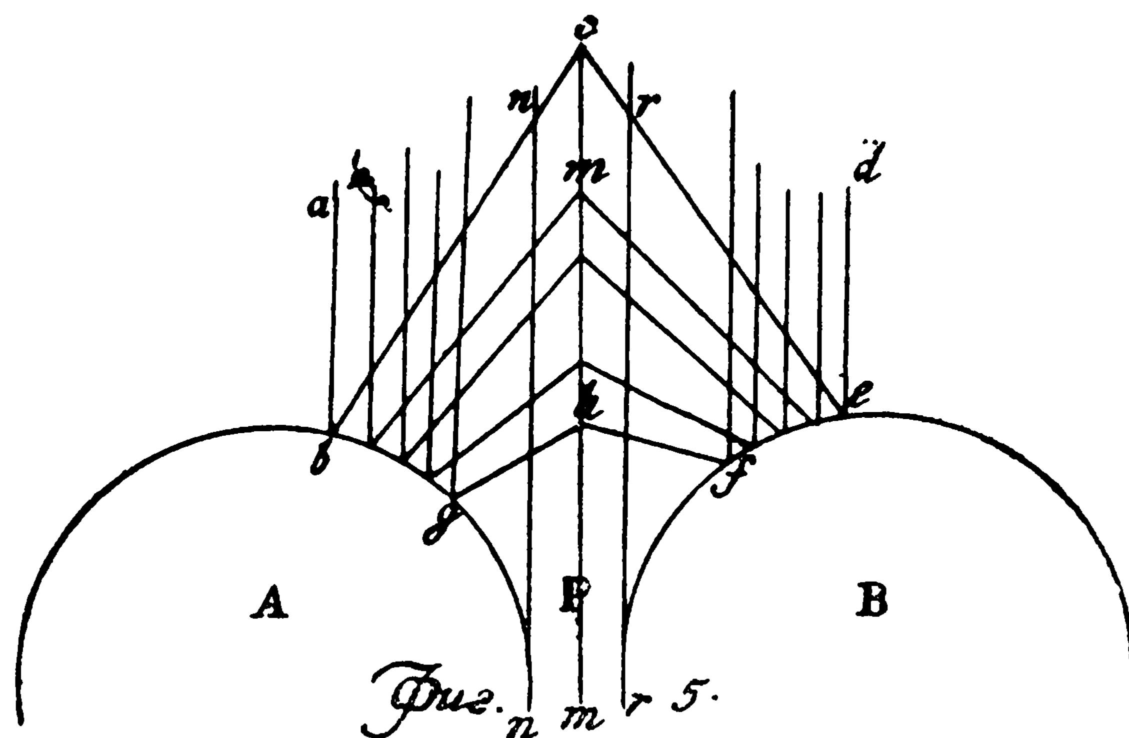
§ 23

Звук производится, когда какое-либо тело, приведенное в колебательное движение, сообщает таковое ближайшим к себе частицам воздуха, которые, вместе с последующими, передают его непрерывным рядом на расстояние, пропорциональное силе удара. Так как большинство атомов воздуха не находится в соприкосновении, то необходимо, чтобы каждый для возбуждения в другом звукового движения, полученного им самим от звучащего тела, сперва подошел к этому другому атому и, прежде чем сможет сообщить ему удар, затратил на это движение время, хотя и бесконечно малое. Эти бесконечно малые промежутки времени при почти бесконечном числе атомов на более далеких расстояниях последовательной передачи составят заметный промежуток времени. А отсюда следует, что звук после удара, производящего его, будет слышен вдали через заметный промежуток времени.

* Размышления о теплоте [11].

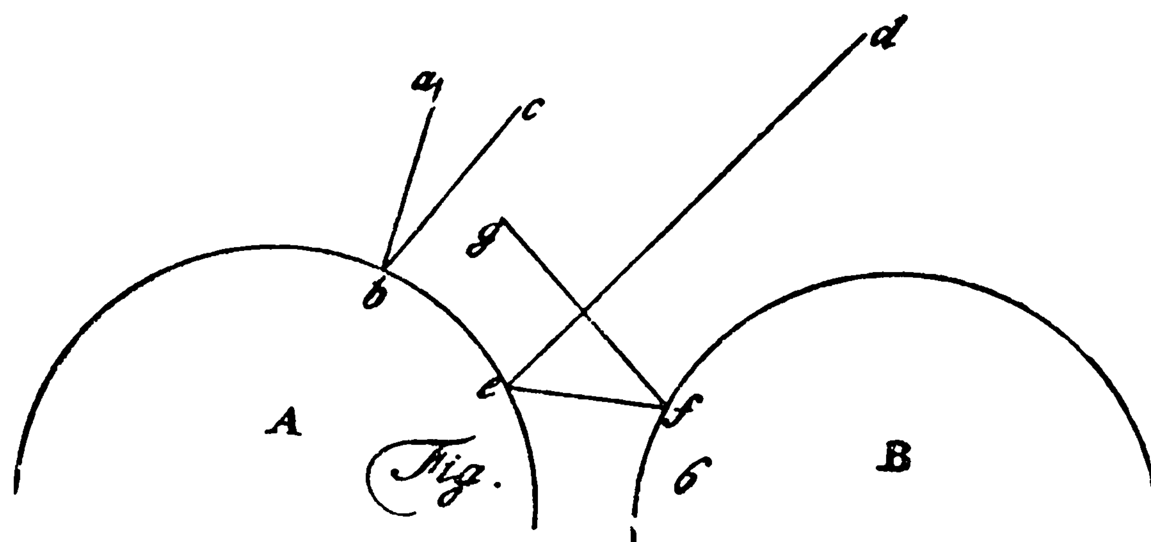
§ 24

Когда воздух производит давление на поверхность какого-либо тела, поры которого больше атомов воздуха, но имеют диаметры меньшие, чем расстояния, которые описываются колебаниями атомов, тогда атомы воздуха, вследствие отражения, должны получать около отверстий



пор своеобразное движение. Так [фиг. 5], пусть будет P пора, расположенная между частицами A и B в поверхности твердого тела или даже более плотной жидкости, на которую давит воздух; пусть какой-нибудь атом воздуха ударит частицу A из a в b и от нее отскочит к c так, что пересечет линию mm; пусть таким же образом налетит другой атом воздуха на частицу B из d в e и отскочит к c так, что линия ec с bc составит угол bce. Наконец, другие атомы воздуха пусть ударят в места поверхности той или другой частицы, более близкие к поре P, в f и g, так что, отразившись от этих частиц, опишут в своем пути линии, составляющие угол, вершина которого h выступает из поры, как это представляют линии fh, gh и остальные, более удаленные от поры P; тогда все атомы воздуха, которые двигаются по направлению этих линий, должны объединенными и пропорциональными площади силами отталкиват

другие атомы, направляющиеся в пору между линиями *nn* и *rr*, и преграждать им обозначенный этими линиями вход. Все это касается тех атомов, которые падают перпендикулярно к плоскости тела; но по необходимости такое же действие произведет и та большая часть воздушных атомов, почти все, которая ударяет в него под углом. Действитель-



но [фиг. 6], пусть ударит атом воздуха частицу *A* из *a* в *b* — он отскочит от нее в *c*. Затем пусть другой атом налетит на ту же частицу из *d* в *e* — он отскочит и ударит в частицу *B* в *f* и, наконец, отразится по направлению к *g*. То и другое, однако, будет создавать давление против атомов воздуха, направляющихся прямо в пору. Поэтому не удивительно, что воздух едва проникает или совсем не проникает в поры многих тел, у которых поры, как явствует из других данных, крупнее атомов воздуха. Наконец, очевидно, что воздух тем сильнее удерживается от проникновения в поры тел, чем больше устья их расширяются кнаружи, как это легко понять из фигуры [6].

§ 25

Звук распространяется посредством колебательного движения атомов. Но ведь, согласно нашей теории, упругость состоит в такого же рода беспорядочном движении; поэтому нас могут спросить, почему не слышен какой-либо непрерывный звук от непрерывных колебаний атомов упругого воздуха. На это ответим, что звук сообщается уху через

барабанную перепонку, приведенную в движение силою воздуха; когда она в покое, это не происходит. Но так как барабанная перепонка подвергается с обеих сторон действию одинаковых колебаний воздуха — и наружного и внутреннего, наполняющего огражденную ею полость,— то поэтому, находясь в равновесии, она не колеблется никаким движением и не производит впечатления звука. Как только однако это равновесие нарушается, возникают и движения перепонки и ощущается звук. Поэтому если приблизить к уху твердый полый сосуд, то колебания атомов упругого воздуха, отскакивающих от стенок сосуда, сосредотачиваются, действуют на перепонку сильнее, чем удары атомов, заключенных во внутренней полости за перепонкой, и, приведя таким образом последнюю в движение, сообщают уху некоторый смутный шум. Так как этот шум всегда ощущается, если к уху приблизить вогнутый предмет, то очевидно, что в упругом воздухе атомы непрерывно движутся колебательным движением.

§ 26

Воздух может оставаться упругим до тех пор, пока существует причина упругости, т. е. взаимные удары атомов. Наоборот, если это действие от чего-нибудь прекратится, то по необходимости должна уничтожиться и упругость воздуха. Поэтому, если атомы воздуха поодиночке или по нескольку вместе так застрянут в промежутках между достаточно прочно взаимно связанными частицами тела, что не будут в состоянии ни разрушить сцепление этих частиц, ни действовать взаимно друг на друга, то несомненно воздух тогда должен лишиться упругой силы. С другой стороны, если прекратится сцепление частиц этого тела, то атомы воздуха, предоставленные самим себе, снова приобретут свойство упругости. А если частицы тела, задерживающие воздух плененным в своих порах, имеют меньший диаметр, чем те расстояния, которые пробегают атомы свободного воздуха при каждом колебании, то тогда воздух, освободившись из пор, расширится в бо́льшее пространство, чем занимает то тело, в порах которого он укрывался.

§ 27

Все это давно уже на деле открыли знаменитые и имеющие большие заслуги в науке Роберт Бойль [13], Герман Бургаве [14] и позднее — знаменитый Галезий [15]; все они без колебания называли воздухом тонкую и упругую материю, получающуюся из растворенных тел. И нас самих этому же научили многочисленные опыты, особенно те, где при растворении меди в крепкой водке получается в большом количестве упругая жидкость, в которой мы распознали истинный воздух. Ибо в сосуде, где эта жидкость собиралась, находилась постоянная щелочь в виде крепкого водного раствора, которым поглощался насыщенный тонкой кислотою бурый пар, непрерывно поднимающийся при растворении меди: ему некоторые авторы, опасающиеся назвать возрожденный воздух своим именем и предпочитающие говорить о каком-то «газе», приписывают упругость жидкости. Тем не менее, эта упругая жидкость сохранялась в течение нескольких недель, удерживая все качества истинного воздуха.

§ 28

Мы могли бы здесь предложить еще многое о воздухе, скрывающемся в порах тел, и разнообразное, и, может быть, новое, но так как это принадлежит скорее к описанию необыкновенных действий этого плененного воздуха, чем к уяснению причины его упругости, то мы это оставляем до особого исследования.

Перевод *Б. Н. Меншуткина*



8

ПРИБАВЛЕНИЕ К РАЗМЫШЛЕНИЯМ ОБ УПРУГОСТИ ВОЗДУХА

§ 1

Когда мы читали наши размышления об упругости воздуха в собрании академиков, то достославный Рихман заметил, что мы пропустили важнейшее свойство упругого воздуха, а именно, что из теории нашей не вывели объяснения, почему упругость воздуха пропорциональна его плотностям. Тогда я ответил, что пропустил это, находясь в сомнении, и обещал удовлетворить это пожелание в будущем. А сомнение в названном законе возникло у меня вначале вследствие несогласия нашей теории с этим законом, и это сомнение в большой степени усилили утверждения знаменитого Бернулли.

§ 2

А именно Бернулли * [1], изучая выбрасывание ядер из орудий, показал, что *или то упругое дуновение, которое выделяется зажженным порохом, не есть обыкновенный воздух, или что упругости возрастают в большем отношении, чем плотности: ибо плотность воздуха, рождающегося при горении пороха, не может превосходить больше чем в тысячу раз плотность обыкновенного воздуха, хотя бы весь порох состоял*

---

* Гидродинамика, стр. 243.

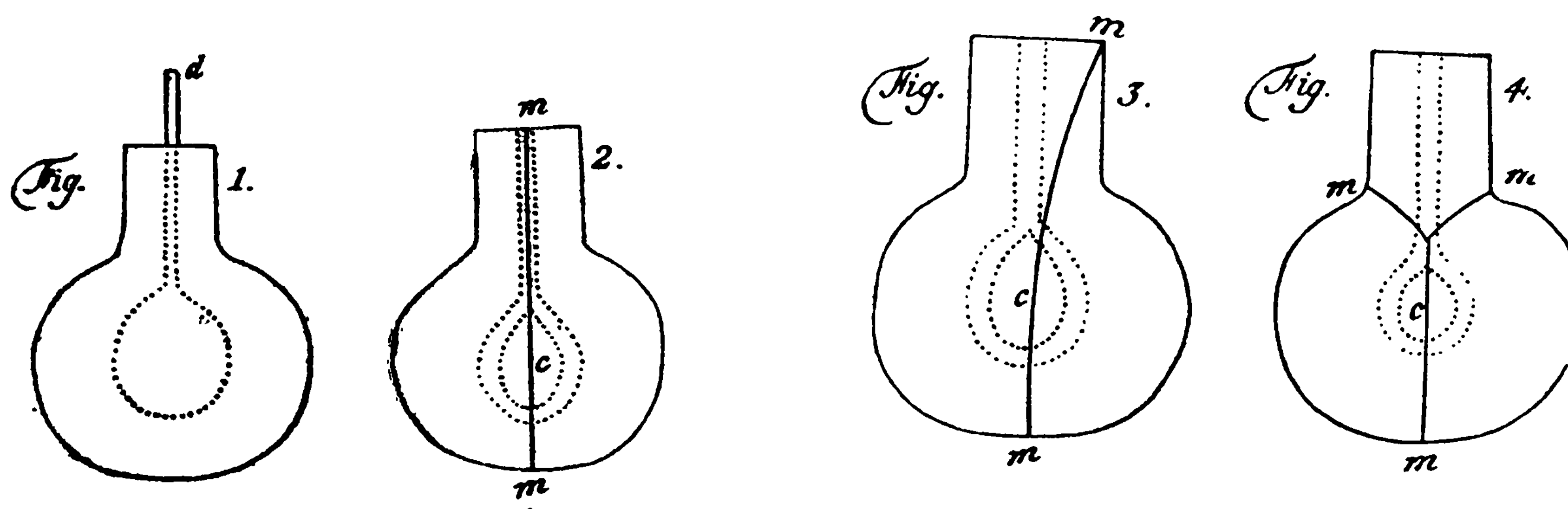
только из сжатого воздуха, каковое заключение он вывел из удельного веса пороха. Он утверждает даже, что упругость этого дуновения должна была бы быть еще гораздо большей, если бы весь порох, взятый для взрыва в орудии, сгорал в одно мгновение.

§ 3

Что это дуновение есть истинный атмосферный воздух, мы показываем в другом месте *. А можно ли утверждать, что упругости воздуха пропорциональны его плотностям, уяснится, если возможно будет из других специально поставленных опытов сделать выводы, сходные с выводами самого Бернулли и подтверждающие их. Для этой цели мы считаем наиболее подходящим опыты, где сильно сжатый воздух, действуя на содержащие его сосуды, разрывает их: из их сопротивления можно определить упругость и сравнить с его объемом.

§ 4

Как хорошо известно, вода, переходя в лед, увеличивается в объеме и с громадной силой разрывает содержащие ее сосуды. Нет никакого



сомнения, что это производится воздухом, освобождающимся из пор воды в момент замерзания и собирающимся в пузырьки [3]. Для

* В самих размышлениях (§ 27) и в отдельной диссертации, которую мы подготовляем [2].

изучения этого мы озаботились изготовлением нескольких стеклянных полых шаров разной величины, снабженных толстостенными трубками с узким просветом [фиг. 1, 2, 3, 4]; их мы выставляли наполненными водою на сильный холод, свирепствовавший этой зимою *. Замерзшая часть воды, покрывшая коркой льда стенки полости, разорвала несколько шаров — кроме тех, которых просвет не был вполне закупорен водою, замерзшей раньше, и в которых от давления внутреннего льда из просвета выталкивался ледяной цилиндрик *d*. Разрыв совершался по разным направлениям, чаще однако по длине трубки, как показано на фиг. 2, 3, 4 линиями *mm*. После разрыва остаток воды вытекал и оставлял полость *c*.

§ 5

Самый большой из таких использованных нами стеклянных шаров имел диаметр в 26 линий парижского королевского фута [4], диаметр полости был 8 линий, ледяная корка — толщиною около $1^1/_2$ линий (измерить ее с необходимой точностью мы не могли вследствие неровностей, которые производило быстрое примерзание к самой корке, вытекающей из полости *c* остаточной воды, главным образом во внутренней части корки: от этого толщина корки увеличивалась; мы здесь взяли наибольшую измеренную толщину), так что диаметр полости внутри корки был 5 линий. Отсюда вычисление дает, что площадь разрыва, не считая трубки, была 480 квадратных линий; площадь большого круга, которую должен был бы иметь большой шар, образованный ледяной коркою,— 41 кв. линия. Стеклянный цилиндр 25/100 рейнского дюйма [5] в поперечнике разорвался при грузе в 150 фунтов **, откуда можно вычислить, что стеклянный цилиндр, имеющий поперечник в 1 парижский королевский дюйм, должен разорваться от 2572 фунтов; а отсюда цилиндр, площадь разрыва которого 480 квадратных линий, требует для разрыва приблизительно 10 925 фунтов.

---

* 1749 года.

** Мушенбрек, примечания к опытам в Академии естествоиспытателей [6].

§ 6

Если бы вода внутри стеклянного шара замерзла вся полностью, то разрушающую силу льда надо было бы исчислять из площади круга, делящего пополам всю полость; но так как посредине осталась незамерзшая вода, которая поэтому не отдавала воздуха и не действовала на стекло, то действующая сила должна быть вычислена из площади наибольшего круга, который должен иметь шар, образуемый ледяною коркою; а эта площадь равна 41 квадратной линии. Столб ртути, равный по весу воздушному, а основанием в 41 квадратную линию, высотою 28 дюймов, весит 40 242 грана, т. е. 4 фунта и 3378 гранов. Отсюда, если бы вода, замерзшая в корку, нацело состояла из воздуха, то этот последний должен был бы быть сжат примерно в 1/2521 часть пространства, занимаемого им в атмосфере, чтобы быть в состоянии разрушить этот шар. Откуда, если бы плотности воздуха были пропорциональны упругости, то сама вода должна была бы сделаться в $2^1/_2$ раза удельно более тяжелой, когда превратилась в лед; а так как это не имеет места, то ясно, что наш вывод вполне согласен с Бернуллиевым.

§ 7

Откровенно скажем, что возбуждает подозрение материя стекла — оно ведь могло лопнуть от внезапного охлаждения и без замерзания воды в пустоте шара. Но опыт был повторен с двумя другими стеклянными шарами, наполненными водою и выставленными на мороз, неизменно с тем же успехом, тогда как многие другие подобные стеклянные шары, полые и не наполненные водою, выставленные на холод одновременно с первыми, остались неразорванными. Диаметр одного шара был 18 линий, полости —$5\frac{2}{3}$ линии, толщина ледяной корки —1 линия; диаметр второго — 17 линий, полости — $5\frac{1}{2}$ линий, толщина ледяной корки — $\frac{3}{4}$ линии.

§ 8

Кстати, и знаменитый наш коллега Рихман произвел, при том же морозе, опыты со сжиманием воздуха силою холода в бомбах [7], которые были разорваны силою замерзающей воды. Одна из бомб была нами измерена: она имела в диаметре 94 парижских линии, средний диаметр полости был 60 линий, толщина ледяной корки 4 линии и, отсюда, диаметр воды, которая еще не застыла в момент разрыва, был 52 линии. Так как этот опыт со всех точек зрения вполне соответствует тому, который мы проделали сами, то он прекрасно может быть привлечен для нашей цели.

§ 9

Примем прочность чугуна, из которого делают бомбы за среднюю между прочностью железа и стекла, так как в чугуне с железными частицами смешаны и стекловатые. Так как из опытов Мушенбрека вытекает, что прочность стекла относится к прочности железа как 24 к 450, то среднее будет 237, так что силы, потребные для разрыва бомбы, равны $904105\frac{3}{4}$ фунта. Кубический дюйм ртути весит 5048 гранов; следовательно столб ртути, имеющий вес, равный воздушному столбу, с площадью разреза, равной большому кругу ледяной корки, обращенной в шар, будет составлять 1 375 159 гранов или около 150 фунтов. Отсюда, для разрыва бомбы, если бы цельная ледяная корка вся состояла из сжатого воздуха, последний должен был бы быть в 6000 раз плотнее атмосферного воздуха, и ледяная корка — более чем в шесть раз тяжелее самой себя.

§ 10

Вода под колоколом воздушного насоса, при удалении внешнего воздуха, выделяет гораздо большее количество воздуха, чем сколько изгоняется морозом из замерзающей воды и собирается в пузырьки, разрывающие сосуды. Отсюда явствует, что воздух, содержащийся в воде, не

весь обратно получает свою упругость при замораживании и таким образом не весь действует на содержащие его сосуды. Если бы весь воздух мог действовать, то обнаружились бы гораздо более значительные действия от того же самого или такие же от меньшего количества льда. Итак, из этого обстоятельства, совершенно аналогичного тому, на которое указал знаменитый Бернулли *, также вытекает, что плотности воздуха при больших сжатиях не пропорциональны упругостям его. Сюда присоединяется еще и наблюдение Мушенбрека **, что когда воздух доведен до объема, более чем в четыре раза меньшего, то далее он не подчиняется обычному закону, не оказывает большее сопротивление сжимающим его силам. Посмотрим, как это вытекает из нашей теории.

§ 11

Пусть A и B — две массы воздуха равного веса, причем промежутки колебания между корпускулами массы A относятся к промежуткам колебаний между корпускулами массы B, как a к $a - b$; тогда объем массы B будет относиться к объему массы A, как $a^3 : (a - b)^3$. А так как воздушные шарики возобновляют свои колебания тем чаще, чем меньше пределы их колебания, то частота ударов будет обратно пропорциональна этим пределам. Отсюда, частота ударов между всеми шариками воздушной массы A по всем трем измерениям будет относиться к подобной же частоте ударов между всеми шариками воздушной массы B, как $(a - b)^3 : a^3$. Но так как чем чаще происходят взаимные удары шариков воздуха, тем сильнее должны они отталкиваться друг от друга и тем больше должна делаться упругость воздуха, то поэтому упругость массы воздуха A будет относиться к упругости массы воздуха B, как $(a - b)^3 : a^3$, так что упругости воздуха будут обратно пропорциональны объемам, или, что то же, пропорциональны плотностям.

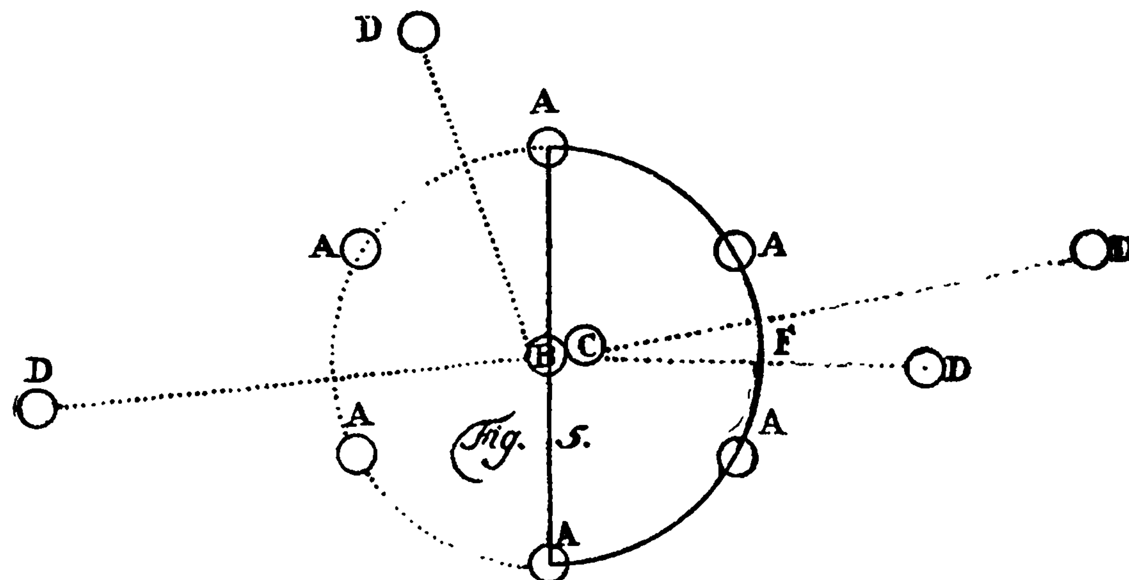
---

* Гидродинамика, стр. 242 [8].

** Элементы физики, глава 36, § 794 [9].

§ 12

Это было бы совершенно верно, если бы двигающиеся туда и сюда воздушные шарики *B* и *C* [фиг. 5] после каждого удара, отскакивая, всегда прямо сталкивались с каким-нибудь из ближайших шариков *A*,



а не пролетали зачастую через промежутки между ними к другим встречающимся им более отдаленным шарикам, в каковом случае столкновения должны будут происходить реже и указанное выше отношение уменьшится. Но так как очевидно, что сделанное предположение невозможно, то по необходимости на деле должно быть не то отношение, которое выведено выше. В чем оно состоит и от чего зависит, можно, мы уверены, найти, внимательно изучая изменения колебаний.

§ 13

Никто не усумнится, что воздушные корпускулы *B* и *C* после столкновения тем реже проскакивают через промежутки *AA*, не попадая в корпускулы *A*, и диаметры корпускул воздуха имеют тем большее отношение к пространствам колебаний, чем больше воздух сжимается. Далее, рассматривая совокупность колебаний, числом бесконечных, можно вывести отношение числа колебаний, приводящих к удару в ближайшие шарики *A*, к числу колебаний, в которых шарики через

промежутки *AA* столкнутся в своем движении с более отдаленными шариками *D*. Это отношение равно отношению между числом воздушных шариков, которые могут поместиться между шариками *A* на поверхности шара, описанного полукругом *AFAB*, и числом шариков *A*, из которых каждый отстоит от другого настолько же, как и от центра *B*. При увеличении плотности воздуха шарики *A* расположатся ближе друг к другу, уменьшатся промежутки между ними, окажется меньшим число колебаний при незатронутых шариках *A*, и поэтому отношение числа колебаний, в которых шарики выскакивают через промежутки *AA* и ударяют в более отдаленные шарики *D*, к числу колебаний, которыми поражаются ближайшие шарики *A*, уменьшится. Отсюда, к большей частоте ударов, происходящей от меньшего взаимного расстояния шариков воздуха (§ 11), присоединится еще и то, что вследствие уменьшения величины промежутков *AA* между ближайшими шариками воздуха они будут чаще получать удары, и тем самым сопротивление упругого воздуха увеличится сверх даваемого отношением § 11. При том сжатии воздуха, когда пространства колебаний сделаются меньше диаметров шариков, все встречи шариков будут только с ближайшими шариками *A*, так как они окажутся не в состоянии проникать через промежутки *AA*, не ударившись в шарики *A*. Отсюда видно, насколько отношение упругостей воздуха должно отличаться от отношений плотностей при наибольшем его сжатии.

Перевод *Б. Н. Меншуткина*



9

СЛОВО О ПОЛЬЗЕ ХИМИИ. В ПУБЛИЧНОМ СОБРАНИИ ИМПЕРАТОРСКОЙ АКАДЕМИИ НАУК СЕНТЯБРЯ 6 ДНЯ 1751 ГОДА ГОВОРЕННОЕ МИХАЙЛОМ ЛОМОНОСОВЫМ

Рассуждая о благополучии жития человеческого, слушатели, не нахожу того совершеннее, как ежели кто приятными и беспорочными трудами пользу приносит. Ничто на земли смертному выше и благороднее дано быть не может, как упражнение, в котором красота и важность, отнимая чувствие тягостного труда, некоторою сладостию ободряет, которое, никого не оскорбляя, увеселяет неповинное сердце и, умножая других удовольствие, благодарностию оных возбуждает совершенную радость. Такое приятное, беспорочное и полезное упражнение где способнее, как в учении, сыскать можно? В нем открывается красота многообразных вещей и удивительная различность действий и свойств, чудным искусством и порядком от всевышнего устроенных и расположенных. Им обогащающийся никого не обидит затем, что неистощимое и всем обще предлежащее сокровище себе приобретает. В нем труды свои полагающий не токмо себе, но и целому обществу, а иногда и всему роду человеческому пользою служит. Все сие коль справедливо и коль много учение остроумием и трудами тщательных людей блаженство жития нашего умножает, ясно показывает состояние европейских жителей, снесенное со скитающимися в степях американских. Представьте разность обоих в мыслях ваших. Представьте, что один человек немногие

нужнейшие в жизни вещи, всегда перед ним обращающиеся, только назвать умеет, другой не токмо всего, что земля, воздух и воды рождают, не токмо всего, что искусство произвело чрез многие веки, имена, свойства и достоинства языком изъясняет, но и чувствам нашим отнюдь не подверженные понятия ясно и живо словом изображает. Один выше числа перстов своих в счете происходить не умеет, другой не токмо через величину тягость без весу, через тягость величину без меры познавает, не токмо на земли неприступных вещей расстояние издалека показать может, но и небесных светил ужасные отдаления, обширную огромность, быстротекущее движение и на всякое мгновение ока переменное положение определяет. Один лет своея жизни или краткого веку детей своих показать не знает, другой не токмо прошедших времен многоразличные и почти бесчисленные приключения, в натуре и в обществах бывшие, по летам и месяцам располагает, но и многие будущие точно предвозвещает. Один, думая, что за лесом, в котором он родился, небо с землею соединились, страшного зверя или большое дерево за божество малого своего мира почитает, другой представляя себе великое пространство, хитрое строение и красоту всея твари, с некоторым священным ужасом и благоговейною любовию почитает создателеву бесконечную премудрость и силу. Поставьте человека, листвием или сырою звериною кожею едва наготу свою прикрывающего, при одеянном златотканными одеждами и украшенном блистанием драгоценных камней. Поставьте поднимающего с земли случившийся камень или дерево для своей от неприятеля обороны при снабденном светлым и острым оружием и молнию и гром подражающими махинами. Поставьте завостроватым камнем тонкое дерево со многим пóтом едва претирающего при употребляющем сильные и хитросложенные махины к движению ужасных тягостей, к ускорению долговременных дел и к точному измерению и разделению величины, весу и времени. Воззрите мысленными очами вашими на пловущего через малую речку на связанном тростнике и на стремящегося по морской пучине на великом корабле, надежными орудиями укрепленном, силою ветра против его же самого бегущем и вместо вожда камень по водам имеющем. Не ясно ли видите, что один почти выше смертных жребия поставлен, другой едва только от

бессловесных животных разнится; один ясного познания приятным сиянием увеселяется, другой в мрачной ночи невежества едва бытие свое видит? Толь великую приносит учение пользу, толь светлыми лучами просвещает человеческий разум, толь приятно есть красоты его наслаждение! Желал бы я вас ввести в великолепный храм сего человеческого благополучия, желал бы вам показать в нем подробно проницанием остроумия и неусыпным рачением премудрых и трудолюбивых мужей изобретенные пресветлые украшения, желал бы удивить вас многообразными их отменами, увеселить восхищающим изрядством и привлещи к ним неоцененною пользою, но к исполнению такового предприятия требуется больше[е] моего разумение, большее моего красноречие, большее время потребно, нежели к совершению сего намерения позволяется. Того ради прошу, последуйте за мною мысльми вашими в един токмо внутренний чертог сего великого здания, в котором потщусь вам кратко показать некоторые сокровища богатыя натуры и объявить употребление и пользу тех перемен и явлений, которые в них химия производит. В показании и изъяснении оных ежели слово мое где недовольно будет, собственною ума вашего остротою наградите.

Учением приобретенные познания разделяются на науки и художества. Науки подают ясное о вещах понятие и открывают потаенные действий и свойств причины; художества [1] к приумножению человеческой пользы оные употребляют. Науки довольствуют врожденное и вкорененное в нас любопытство; художества снисканием прибытка увеселяют. Науки художествам путь показывают; художества происхождение наук ускоряют. Обои общею пользою согласно служат. В обоих сих коль велико и коль необходимо есть употребление химии, ясно показывает исследование натуры и многие в жизни человеческой преполезные художества.

Натуральные вещи рассматривая, двоякого рода свойства в них находим. Одни ясно и подробно понимаем, другие хотя ясно в уме представляем, однако подробно изобразить не можем. Первого рода суть величина, вид, движение и положение целой вещи, второго — цвет, вкус, запах, лекарственные силы и прочие. Первые чрез геометрию точно размерить и чрез механику определить можно; при других такой подроб-

ности просто употребить нельзя, для того что первые в телах видимых и осязаемых, другие в тончайших и от чувств наших удаленных частицах свое основание имеют. Но к точному и подробному познанию какой-нибудь вещи должно знать части, которые оную составляют. Ибо как можем рассуждать о теле человеческом, не зная ни сложения костей и составов для его укрепления, ни союза, ни положения мышцей для движения, ни распростертия нервов для чувствования, ни расположения внутренностей для приготовления питательных соков, ни протяжения жил для обращения крови, ни прочих органов сего чудного строения? Равным образом и вышепоказанных второго рода качеств подробного понятия иметь невозможно, не исследовав самых малейших и неразделимых частиц, от коих они происходят и которых познание толь нужно есть испытателям натуры, как сами оные частицы к составлению тел необходимо потребны. И хотя в нынешние веки изобретенные микроскопы силу зрения нашего так увеличили, что в едва видимой пылинке весьма многие части ясно распознать можно, однако сии полезные инструменты служат только к исследованию органических частей, каковы суть весьма тонкие и невидимые простым глазом пузырьки и трубочки, составляющие твердые части животных и растущих вещей, а тех частиц, из которых состоят смешанные материи, особливо зрению представить не могут. Например, через химию известно, что в киноваре есть ртуть и в квасцах — земля белая, однако ни в киноваре ртути, ни в квасцах земли белой ни сквозь самые лучшие микроскопы видеть нельзя, но всегда в них тот же вид кажется. И посему познания оных только через химию доходить должно. Здесь вижу я, скажете, что химия показывает только материи, из которых состоят смешанные тела, а не каждую их частицу особливо. На сие отвечаю, что подлинно по сие время острое исследователей око толь далече во внутренности тел не могло проникнуть. Но ежели когда-нибудь сие таинство откроется, то подлинно химия тому первая предводительница будет, первая откроет завесу внутреннейшего сего святилища натуры. Математики по некоторым известным количествам неизвестных дознаются. Для того известные с неизвестными слагают, вычитают, умножают, разделяют, уравнивают, превращают, переносят, переменяют и, наконец, искомое находят. По

сему примеру рассуждая о бесчисленных и многообразных переменах, которые смешением и разделением разных материй химия представляет, должно разумом достигать потаенного безмерною малостию виду, меры, движения и положения первоначальных частиц, смешанные тела составляющих. Когда от любви беспокоящийся жених желает познать прямо склонность своей к себе невесты, тогда, разговаривая с нею, примечает в лице перемены цвету, очей обращение и речей порядок, наблюдает ее дружества, обходительства и увеселения, выспрашивает рабынь, которые ей при возбуждении, при нарядах, при выездах и при домашних упражнениях служат, и так по всему тому точно уверяется о подлинном сердца ее состоянии. Равным образом прекрасныя натуры рачительный любитель, желая испытать толь глубоко сокровенное состояние первоначальных частиц, тела составляющих, должен высматривать все оных свойства и перемены, а особливо те, которые показывает ближайшая ее служительница и наперсница и в самые внутренние чертоги вход имеющая химия, и когда она разделенные и рассеянные частицы из растворов в твердые части соединяет и показывает разные в них фигуры, выспрашивать у осторожной и догадливой геометрии, когда твердые тела на жидкие, жидкие на твердые переменяет и разных родов материи разделяет и соединяет, советовать с точною и замысловатою механикою, и когда чрез слитие жидких материй разные цве́ты производит, выведывать чрез проницательную оптику. Таким образом, когда химия пребогатыя госпожи своея потаенные сокровища разбирает, любопытный и неусыпный натуры рачитель оныя чрез геометрию вымеривать, через механику развешивать и через оптику высматривать станет, то весьма вероятно, что он желаемых тайностей достигнет. Здесь, уповаю, еще вопросить желаете, чего ради по сие время исследователи естественных вещей в сем деле столько не успели? На сие ответствую, что к сему требуется весьма искусный химик и глубокий математик в одном человеке. Химик требуется не такой, который только из одного чтения книг понял сию науку, но который собственным искусством в ней прилежно упражнялся, и не такой, напротив того, который хотя великое множество опытов делал, однако, больше желанием великого и скоро приобретаемого богатства

поощряясь, спешил к одному только исполнению своего желания и ради того, последуя своим мечтаниям, презирал случившиеся в трудах своих явления и перемены, служащие к истолкованию естественных таин. Не такой требуется математик, который только в трудных выкладках искусен, но который, в изобретениях и в доказательствах привыкнув к математической строгости, в натуре сокровенную правду точным и неползновенным порядком вывесть умеет. Бесполезны тому очи, кто желает видеть внутренность вещи, лишаясь рук к отверстию оной. Бесполезны тому руки, кто к рассмотрению открытых вещей очей не имеет. Химия руками, математика очами физическими по справедливости назваться может. Но как обе в исследовании внутренних свойств телесных одна от другой необходимо помощи требуют, так, напротив того, умы человеческие нередко в разные пути отвлекают. Химик, видя при всяком опыте разные и часто нечаянные явления и произведения и приманиваясь тем к снисканию скорой пользы, математику, как бы только в некоторых тщетных размышлениях о точках и линеях упражняющемуся, смеется. Математик, напротив того, уверен в своих положениях ясными доказательствами и, чрез неоспоримые и беспрерывные следствия выводя неизвестные количеств свойства, химика, как бы одною только практикою отягощенного и между многими беспорядочными опытами заблуждающего, презирает и, приобыкнув к чистой бумаге и к светлым геометрическим инструментам, химическим дымом и пепелом гнушается. И для того по сие время сии две, общею пользою так соединенные сестры толь разномысленных сынов по большой части рождали. Сие есть причиною, что совершенное учение химии с глубоким познанием математики еще соединено не бывало. И хотя в нынешнем веку некоторые в обоих науках изрядные успехи показали, однако сие предприятие выше сил своих почитают и для того не хотят в испытании помянутых частиц с твердым намерением и постоянным рачением потрудиться, а особливо, когда приметили, что некоторые, с немалою тратою труда своего и времени, пустыми замыслами и в одной голове родившимися приведениями натуральную науку больше помрачили, нежели свету ей придали.

Исследованию первоначальных частиц, тела составляющих, следу-

ет изыскание причин взаимного союза, которым они в составлении тел сопрягаются и от которого вся разность твердости и жидкости, жестокости и мягкости, гибкости и ломкости происходит. Все сие чрез что способнее испытать можно, как через химию? Она только едина то в огне их умягчает и паки скрепляет, то, разделив, на воздух поднимает и обратно из него собирает, то водою разводит и, в ней же сгустив, крепко соединяет, то, в едких водках растворяя, твердую материю в жидкую, жидкую в пыль и пыль в каменную твердость обращает. И так, толь многими образы в бесчисленных телах умножая и умаляя между частьми союзную силу взаимного сцепления, великое множество разных путей любопытному физику отверзает, по которым бы достигнуть сего хитрыя натуры великого искусства. Но в коль широкое и коль приятною пестротою украшенное поле натуры испытателей химия вводит, показуя чрез разные действия толикое цветов множество, толикое различие и применение! Ибо одна медь не токмо все чистые цвéты, которые призматическими стеклами оптика показывает, но и всякого рода смешанные в разных обстоятельствах производит. Что же смешение и разделение прочих минералов, также растущих и животных материй в переменах сего приятного тел свойства зрению представляет, того краткое мое слово обнять не может, но все сии, подобно некоторым пантомимам или молчащим мыслей изображателям на пространном естества театре, разновидными изменениями сокровенные свои причины догадливому смотрителю объявить и как бы некоторым безгласным разговором истолковать тщится.

Животные и растущие тела состоят из частей органических и смешанных. Смешанные суть твердые или жидкие. Жидкие твердыми содержатся, твердые от жидких питаются, возрастают, цветут и плод приносят. В исполнении сего переменяет натура в разных к тому устроенных сосудах свойства соков, а особливо вкус и дух оных, отделяет от них сладкое млеко и горькую желчь из одной пищи, и на одной земли кислые и пряные плоды и травы неприятного запаху купно с благовонными рождает. Во всех сих коль многие отмены произведены бывают, довольно известно знающим строение одушевленного тела и множество земных прозябений. Во всех сих химия натуре точно под-

ражать тщится: коль часто сильные вкусы умягчает и изощряет слабые; из противного на языке свинцу и из острого уксусу производит мед превосходящую сладость и чрез смешение минералов испускает тонкое благоухание приятныя розы; напротив того, из селитры, которая духу никакого и вкусу сильного не имеет, рождает проницательную и твердые металлы разъедающую кислость и смрад, отъемлющий дыхание. Не ясно ли из сего понимаете, что изыскание причины разных вкусов и запахов не инако с желаемым успехом предприять можно, как, последуя указанию предидущия химии и применяясь по ее искусству, угадывать в тонких сосудах органических тел закрытые и только вкушению и обонянию чувствительные перемены.

Великая часть физики и полезнейшая роду человеческому наука есть медицина, которая чрез познание свойств тела человеческого достигает причины нарушенного здравия и, употребляя приличные к исправлению оного средства, часто удрученных болезнию почти из гроба восставляет. Болезни по большей части происходят от повреждения жидких материй, к содержанию жизни человеческой нужных, обращающихся в теле нашем, которых качества, составляющие части и их полезные и вредные перемены и производящие и пресекающие их способы без химии никак испытаны быть не могут. Ею познается натуральное смешение крови и питательных соков, ею открывается сложение здоровых и вредных пищей, ею не токмо из разных трав, но и из недра земного взятых минералов приуготовляются полезные лекарства. И словом, медик без довольного познания химии совершен быть не может, и всех недостатков, всех излишеств и от них происходящих во врачебной науке поползновений дополнения, отвращения и исправления от одной почти химии уповать должно.

Долго исчислять и подробну толковать будет, что чрез химию в натуре открылось и впредь открыто быть должно. Того ради одно только самое важнейшее в сем ея действие ныне вам представлю. Огонь, который в умеренной своей силе теплотою называется, присутствием и действием своим по всему свету толь широко распростирается, что нет ни единого места, где бы он не был, ибо и в самых холодных, северных, близ полюса лежащих краях, середи зимы всегда оказывает себя

легким способом. Нет ни единого в натуре действия, которого бы основание ему приписать не было должно, ибо от него все внутренние движения тел, следовательно, и внешние происходят. Им все животные и зачинаются, и растут, и движутся. Им обращается кровь и сохраняется здравие и жизнь наша. Его силою производят горы во внутренностях своих всякого рода минералы и целительные слабостей тела нашего воды проливают. И вы, приятные поля и леса, тогда только прекрасною одеждою покрываетесь, ободряете члены и услаждаете чувства наши, когда любезная теплота, кротким своим пришествием разогнав морозы и снеги, питает вас тучною влагою, испещряет сияющими и благовонными цветами и сладкими плодами обогащает; кроме сего, увядает красота ваша, бледнеет лице земное, и во вретище сетования вселенная облекается. Без огня питательная роса и благорастворенный дождь не может снисходить на нивы; без него заключаются источники, прекратится рек течение, огустевший воздух движения лишится, и великий океан в вечный лед затвердеет; без него погаснуть солнцу, луне затмиться, звездам исчезнуть и самой натуре умереть должно. Для того не токмо многие испытатели внутреннего смешения тел не желали себе почтеннейшего именования, как философами, чрез огонь действующими, называться, не токмо языческие народы, у которых науки в великом почтении были, огню божескую честь отдавали, но и само священное писание неоднократно явление божие в виде огня бывшее повествует. Итак, что из естественных вещей больше испытания нашего достойно, как сия всех созданных вещей общая душа, сие всех чудных перемен, во внутренности тел рождающихся, тонкое и сильное орудие? Но сего исследования без химии предпринять отнюдь невозможно, ибо кто больше знать может огня свойства, измерить его силу и отворить путь к потаенным действ его причинам, как все свои предприятия огнем производящая химия? Она, не употребляя обыкновенных способов, в холодных телах внезапно огонь и в теплых великий холод производит. Известно химикам, что крепкие водки [2], растворяя в себе металлы, без прикосновения внешнего огня согреваются, кипят и опаляющий пар испускает, что чрез слитие сильной селитряной кислости с некоторыми жирными мате-

риями не токмо страшное кипение, дым и шум, но и ярый пламень в мгновение ока воспаляется, и, напротив того, теплая селитра, в теплой же воде разведенная, дает толь сильную стужу, что она в пристойном сосуде середи лета замерзает. Не упоминаю здесь разных фосфоров [3], химическим искусством изобретенных, которые на свободном воздухе от себя загораются и тем купно с вышепомянутыми явлениями ясно показывают, что свойства огня ничем толь не способно, как химиею, исследовать. Никто ближе приступить не может к сему великому алтарю, от начала мира пред вышним возженному, как сия ближайшая священница.

Сия есть польза, которую физика от химии почерпает. Сей есть способ, который ясным вещей познанием открывает свет и прямую стезю показывает художествам, в которых сия наука коль непреминуема и коль сильна, кратко показать ныне постараюсь.

Между художествами первое место, по моему мнению, имеет металлургия, которая учит находить и очищать металлы и другие минералы. Сие преимущество дает ей не токмо великая древность, которая по свидетельству священного * писания и по самим делам рода человеческого неспорима, но и несказанная и повсюду разливающаяся польза оное ей присвояет. Ибо металлы подают укрепление и красоту важнейшим вещам, в обществе потребным. Ими украшаются храмы божии и блистают монаршеские престолы, ими защищаемся от нападения неприятельского, ими утверждаются корабли и, силою их связаны, между бурными вихрями в морской пучине безопасно плавают. Металлы отверзают недро земное к плодородию; металлы служат нам в ловлении земных и морских животных для пропитания нашего; металлы облегчают купечество удобною к сему монетою, вместо скучныя и тягостныя мены товаров. И кратко сказать, ни едино художество, ни едино ремесло простое употребления металлов миновать не может. Но сии толь нужные материи, а особливо большее достоинство и цену имеющие, кроме того что для ободрения нашего к трудам глубоко в земли закрыты, часто внешним видом таятся. Дорогие металлы, смешавшись

* Бытия глава 4.

с простою землею или соединясь с презренным камнем, от очей наших убегают; напротив того, простые и притом в малом и бесприбыточном количестве часто золоту подобно сияют и разностию приятных цветов к приобретению великого богатства неискусных прельщают. И хотя иногда незнающему дорогой металл в горе́ ненарочно сыскать и узнать случится, однако мало ему в том пользы, когда от смешанной с ним многой негодной материи отделить не умеет или, отделяя большую часть, неискусством тратит. В сем случае коль проницательно и коль сильно есть химии действие! Напрасно хитрая натура закрывает от ней свои сокровища толь презренною завесою и в толь простых ковчегах затворяет, ибо острота тонких перстов химических полезное от негодного и дорогое от подлого распознать и отделить умеет и сквозь притворную поверхность видит внутреннее достоинство. Напрасно богатство свое великою твердостию тяжких камней запирает и вредными жизни нашей материями окружает, ибо вооруженная водою и пламенем химия разрушает крепкие заклепы и все, что здравию противно, прогоняет. Напрасно сие руно златое окружает она хоботом толь лютого и страшного дракона, ибо искатель оного, научен незлобивою нашею Медеею [4], ядовитые зубы его выбьет и данными от ней лекарствами от убивающих паров оградится. Сия от химии польза начинается и в нашем отечестве, и подобное сбытие в нем исполняется, каковое воспоследовало в Германии, о которой некогда рассуждал древний римский историк Корнилий Тацит *. *Не могу сказать,* написал он, *чтобы в Германии серебро и золото не родилось, ибо кто искать их старался?* И как там в последовавшие веки великое богатство обретено, что свидетельствуют славные Миснийские и Герцинские заводы [5], так и в России того же ожидать должно, а особливо имея к тому не токмо довольные опыты, но и очевидную прибыль. Напрасно рассуждают, что и в теплых краях действием солнца больше дорогих металлов, нежели в холодных, родится, ибо по нелживым физическим исследованиям известно, что теплота солнечная до такой глубины в землю не проницает, в которой металлы находятся. И знойная Ливия, металлов

* О Германии, глава 5.

лишенная, и студеная Норвегия, чистое серебро в камнях своих содержащая, противное оному мнению показывают. Все различие в том состоит, что там металлы лежат ближе к земной поверхности, чему причины ясно видеть можно. И, во-первых, проливаются там часто превеликие дожди и в некоторых местах по полугоду беспрерывно продолжаются, умягчают и размывают землю и легкий ил сносят, оставляя тяжкие минералы; для того тамошние жители всегда после дождливой части года ищут по пристойным местам золота и дорогих камней. Второе, частые земли трясения раздробляют и оборачивают горы, и что во внутренности их произвела натура, выбрасывают на поверхность. Итак, следует, что не бо́льшим количеством, но свободнейшим приобретением металлов жаркие места у наших преимущество отъемлют. Но сие северных жителей прилежанием, которым они под жарким поясом живущих превосходят, награждать должно. Рачения и трудов для сыскания металлов требует пространная и изобильная Россия. Мне кажется, я слышу, что она к сынам своим вещает: Простирайте надежду и руки ваши в мое недро и не мыслите, что искание ваше будет тщетно. Воздают нивы мои многократно труды земледельцев, и тучные поля мои размножают стада ваши, и лесы и воды мои наполнены животными для пищи вашей; все сие не токмо довольствует мои пределы, но и во внешние страны избыток их проливается. Того ради можете ли помыслить, чтобы горы мои драгими сокровищами поту лица вашего не наградили? Имеете в краях моих, к теплой Индии и к Ледовитому морю лежащих, довольные признаки подземного моего богатства. Для сообщения нужных вещей к сему делу открываю вам летом далеко протекающие реки и гладкие снеги зимою подстилаю. От сих трудов ваших ожидаю приращения купечества и художеств, ожидаю вящего градов украшения и укрепления и умножения войска, ожидаю и желаю видеть пространные моря мои покрыты многочисленным и страшным неприятелю флотом и славу и силу моея державы распростереть за великую пучину в неведомые народы. Спокойна буди о сем, благословенная страна, спокойно буди, дражайшее отечество наше, когда в тебе толь щедрая наук покровительница государствует. Изыскал в тебе и умножил великий твой просветитель[6] к защищению твоему

твердые металлы; августейшая дщерь его изыскивает и умножает драгоценные к твоему украшению и обогащению, распространяет с прочими науками и химическое искусство, которое, матерним сея великия монархини попечением утвердясь и ободрясь великодушием, в средину гор проникнет и, что в них лежит без пользы, очистит для умножения нашего блаженства и, сверх сего своего сильного в металлургии действия, иные полезные тебе плоды принести потщится.

Широко распростирает химия руки свои в дела человеческие, слушатели. Куда ни посмотрим, куда ни оглянемся, везде обращаются пред очами нашими успехи ея прилежания. В первые времена от сложения мира принудили человека зной и стужа покрывать свое тело; тогда по первом листвия и кож употреблении домыслился он из волны и из других мягких материй приготовлять себе одежды, которые хотя к защищению тела его довольно служили, однако скучливое одним видом человеческое сердце и непостоянная охота требовали перемены, гнушались простою белизною и, пестреющим полям завидуя, подобного великолепия и в прикрытии тела искали. Тогда химия, выжимая из трав и из цветов соки, вываривая коренье, растворяя минералы и разными образы их между собою соединяя, желание человеческое исполнять старалась, и тем сколько нас украсила, не требуете слов моих к доказательству, но очами вашими завсегда ясно видите.

Сии химические изобретения не токмо увеселяющие взор наш перемены в одеяниях производят, но и другие склонности наши довольствуют. Что вящее усердие к себе и почитание в нас возбуждает, как родители наши? Что собственных детей своих любезнее в жизни человеку? Что искренних другов приятнее? Но их часто отсутствие в дальних местах или от света отшествие отъемлет из очей наших. В таком состоянии что нас больше утешить и скорбь сердечную умягчить может, как лица их подобие, живописным искусством изображенное? Оно отсутствующих присутствующими и умерших живыми представляет. Все, что долготою времени или расстоянием места от зрения нашего удалилось, приближает живопись к оному подвергает. Ею видим бывших прежде нас великих государей и храбрых героев и других великих людей, славу у потомков заслуживающих. Видим отстоя-

щие в дальних землях пространные грады и великолепные и огромные здания. Обращаясь в полях пространных или между высокими горами, взираем и во время тишины на волнующуюся пучину, на сокрушающиеся корабли или способными зефирами к пристанищу бегущие. Середи зимы услаждаемся видением зеленеющих лесов, текущих источников, пасущихся стад и труждающихся земледельцев. Все сие живописству мы должны. Но его совершенство от химии зависит. Отними искусством ея изобретенные краски, лишатся изображения приятности, потеряется с вещами сходство, и самая живность их исчезнет, которую от них имеют. Правда, что краски не сохраняют своей ясности и доброты толь долго, как мы желаем, но в краткое время изменяются, темнеют и наконец великия части красоты своея лишаются. К кому же для отвращения сего недостатка должно было прибегнуть? Кто изобрести мог к долговременному и непременному пребыванию живописных вещей средства? Та же химия, которая, видя, что от строгих перемен воздуха и от лучей солнечных нежные составы ее увядают и разрушаются, сильнейшее искусства своего орудие, огонь употребила и, твердые минералы со стеклом в великом жару соединив, произвела материи, которыя светлостию и чистотою прежних в деле превосходят, а твердостию и постоянством воздушной влажности и солнечному зною так противятся, что через многие веки нимало красоты своея не утратили, что свидетельствуют прежде тысящи лет мусиею [7] наведенные в Греции и в Италии храмы. И хотя еще в древнейшие времена употреблены были к тому природные разных цветов камни, для того что тогда и в обыкновенной живописи служили натуральные разные земли за неимением красок, искусством составленных, но великие преимущества, которые стеклянные составы перед камнями имеют, привлекли в нынешнее время искусных римских художников к их употреблению. Ибо, во-первых, редко и весьма трудно прибрать можно тени толь многих цветов из натуральных камней, какие в составах выходят по произволению художника. Второе, хотя иногда с великим трудом и приберутся, однако немалые и к другим делам угодные дорогие камни должно портить. Третие, из составов для их большей мягкости можно отделять и выплавливать части желаемой

величины и фигуры, к чему природные камни много поту и терпеливости требуют. Наконец, искусством выкрашенные стекла добротою цвета природных камней много выше изобретены и впредь старанием химиков большего совершенства достигнуть могут. Правда, что камни стеклянную материю твердостию превосходят, но она в сем деле бесполезна, в котором требуется только на солнце и на воздухе цветов постоянство. Итак, не тщетно нынешние мастера в сем деле художество натуре предпочитают, которое меньшим трудом и иждивением лучшее действие производит. Предложив сие едино употребление стекла в живописном художестве, едва могу преминуть, чтобы не показать кратко и другие многие пользы, происходящие от великого сего химического изобретения. Но предложение его требует целого особливого слова, что в сем моем предприятии невместно. Того ради к другим действиям нашей науки, в художествах силу свою являющим, поспешаю. Но коль широкое пред собою вижу пространство! Еще разные предлежат вещи, которые слово мое одна перед другою к себе привлекают. И когда хочу вам представить, сколько в приуготовлении приятных пищей и напитков химия нам способствует, предваряет рассуждение о самих сосудах, из которых мы оными наслаждаемся. Воображается их чистота, прозрачность, блистание и разные украшения, которыми сие искусство вкушаемых сладость усугубляет, соединяя языка и очей удовольствие. Итак, подробным всего исчислением не хочу преодолеть вашу терпеливость, но заключу единым спасительным роду человеческому благодеянием, от химии учиненным.

Коль плачевные приключения и перемены в древние времена по разным странам и коль часто бывали, то не без жалости читаем в историях, которые повествуют дальных и неведомых народов внезапное нашествие, великих и славных городов в дым и пепел превращение, опустошение сел и целых народов, которые скорому неприятелю не успевали противиться, конечное разорение и расточение, так что от великого могущества и славы одно только имя осталось. Повествуют наполненные поля многими тысящами побитых и широкие реки кровию и трупами огустевшие, что превосходит вероятность времен наших, в которые толь ужасных примеров не имеем. Однако таковых

знатных писателей важность и самые развалины древних городов о справедливости слезных оных позорищ сомнение отъемлют. Откуду же видим вселившуюся между смертными толикую умеренность? Не Орфей ли какой умягчил сладким пением человеческие нравы? Но имеем и в нынешние веки злобною завистию терзающиеся сердца к похищению чужих владений. Не Ликург ли или Солон строгими законами связал страсти? Но и ныне нередко почитается сильного оружие вместо прав народных. Не великий ли и древнего Креза имением многократно превосходящий богач насытил алчное сребролюбие? Но сие подобно пламени, которое, чем больше дров подлагается, тем сильнее загорается. Кто же толь великое благодеяние нам сделал? Кто умалил толь свирепое кровопролитие? Человек простой и убогий, который, убегая своей скудости, следовал издалеча химии к получению достатков неведомыми себе дорогами и в намерении отворить себе вход во внутренность дорогих металлов соединил с угольем серу и селитру и на огонь в сосуде поставил. Внезапно страшный звук и крепкий удар воспоследовал! И хотя сам не без повреждения остался, однако больше того был обрадован надеждою, что он получит сильную и нерушимый металл разрушающую материю. Для того запирал и заклепывал состав свой в твердые железные сосуды, но без успеху. Отсюду произошло огнестрельное оружие, загремели полки и городские стены, и из рук человеческих смертоносная молния блеснула! Что же сие, скажете, не оживляет, но убивает, достигает далее прежнего и сильнее поражает. Отвечаю: тем больше и спасает. Рассудите о сражении, в котором воин против воина, меч против меча, удар против удара в близости устремляются; не в едино ли мгновение ока пасть должно многим тысячам побитых и смертно раненных? Сравните сие с нынешним боем и увидите, что скорее можно занести руку, нежели зарядить ружье порохом и металлом; удобнее ударить в досягаемого неприятеля на ясном воздухе, нежели сквозь дым густой трясущимися от блистания и воздушного стенания руками в отдаленного уметить; ярчае возгорается сердце на сопостата, которого прямо против себя идущего видеть можно, нежели на закрытого. Сие есть причиною, что нет в нынешние веки Ганнибалов, оному подобных, который с убиенных в едином сражении

дворян римских снятые золотые перстни четвериками мерил. Нет бесчеловечных Батыев, которые бы, в краткое время от Кавказских до Алпийских гор протекая, многие зе́мли в запустение полагали. Не смеет ныне внезапный неприятель тревожить покоящихся народов, но боится, чтобы, построенные и снабденные новым сим изобретением крепости за собою оставив, не токмо своей добычи, но и жизни не лишиться. Напротив того, кто имеет силу такие укрепления разрушать подобным изобретением химии, тот к далеко отстоящим местам нечаянно достигнуть не может; не может увесистым снарядом отягощенное войско долговременным шествием сравниться скоропоспешному слуху, приходящую беду возвещающему и собирающему народы к своему защищению. Так химия сильнейшим оружием умалила человеческую пагубу и грозою смерти многих от смерти избавила! Веселитесь, места ненаселенные, красуйтесь, пустыни непроходные: приближается благополучие ваше. Умножаются очевидно племена и народы и поспешнее прежнего распространяются; скоро украсят вас великие городы и обильные села; вместо вояния зверей диких наполнится пространство ваше гласом веселящегося человека и вместо терния пшеницею покроется. Но тогда великой участнице в населении вашем, химии, возблагодарить не забудьте, которая ничего иного от вас не пожелает, как прилежного в ней упражнения, к вящему самих вас украшению и обогащению.

Предложив о пользе химии в науках и художествах, слушатели, предостеречь мне должно, дабы кто не подумал, якобы все человеческой жизни благополучие в одном сем учении состояло и якобы я с некоторыми нерассудными любительми одной своей должности с презрением взирал на прочие искусства. Имеет каждая наука равное участие в блаженстве нашем, о чем несколько в начале сего моего слова вы слышали. Великое благодарение всевышнему человеческий род воздавать должен за дарованную ему к толиким знаниям способность. Большее того приносить должна Европа, которая паче всех таковыми его дарами наслаждается и теми отличается от прочих народов. Но коль горячего усердия жертву полагать на алтарь его долженствует Россия, что он в самое тое время, когда науки после мрачности варварских

веков паки воссияли, воздвигнул в ней премудрого героя, великого Петра, истинного отца отечеству, который удаленную от светлости учения Россию принял мужественною рукою и, окружен со всех сторон внутренними и внешними сопостатами, дарованною себе от бога крепостию покрывался, разрушил все препятства и на пути ясного познания оную поставил. И по окончании тяжких трудов военных, по укреплении со всех сторон безопасности целого отечества первое имел о том попечение, чтобы основать, утвердить и размножить в нем науки. Блаженны те очи, которые божественного сего мужа на земли видели! Блаженны и треблаженны те, которые пот и кровь свою с ним за него и за отечество проливали и которых он за верную службу в главу и в очи целовал помазанными своими устами. Но мы, которые на сего великого государя в жизни воззреть не сподобились, сие ныне имеем сильное утешение, что видим на престоле его достойную толикого отца дщерь и наследницу, всемилостивейшую самодержицу нашу. Видим отца боголюбивого дщерь благочестивую, отца-героя дщерь мужественную, отца премудрого дщерь прозорливую, отца, наук основателя, дщерь — щедрую их покровительницу. Видят науки матернее ея о себе попечение и со благоговейным усердием желают, чтобы во время благословенныя ея жизни и благополучного владения не токмо сие собрание, но и все отечество учеными сынами своими удовольствовано было.



10

ВВЕДЕНИЕ В ИСТИННУЮ ФИЗИЧЕСКУЮ ХИМИЮ

Глава 1

О ФИЗИЧЕСКОЙ ХИМИИ И ЕЕ НАЗНАЧЕНИИ

§ 1

Физическая химия есть наука, объясняющая на основании положений и опытов физики то, что происходит в смешанных телах при химических операциях. Она может быть названа также химической философией, но в совершенно другом смысле, чем та мистическая философия, где не только скрыты объяснения, но и самые операции производятся тайным образом.

§ 2

Мы захотели назвать этот труд физической химией потому, что решили, прилагая к тому все старание, включить в него только то, что содействует научному объяснению смешения тел. Поэтому мы считаем необходимым все, относящееся к наукам экономическим, фармации, металлургии, стекольному делу и т. д., отсюда исключить и отнести в особый курс технической химии с тою целью, 1) чтобы каждый легко

находил сведения, ему необходимые, и читал без скуки; 2) чтобы не обременить память учащихся таким разнообразием предметов; 3) чтобы безоглядное стремление к наживе не затемняло философского рассмотрения прекрасной природы, но чтобы 4) изучающий прилежно химию, получив ясное представление о смешанных телах, с полным знанием дела приступал к умножению с ее помощью удобств жизни.

§ 3

Мы называем химию наукою в подражание писателям натуральной философии, которые хотя дают объяснение лишь важнейшим явлениям природы, так что остается очень много сомнительного и еще больше неизвестного, тем не менее по праву украшают физику наименованием науки, имея основание для этого не в своих познаниях, но в задачах физики. Итак, никто не будет отрицать, что как бы мало мы ни преуспели в объяснении химических явлений физическим путем, мы можем в настоящем опыте пользоваться равными правами с физиками.

§ 4

Мы сказали, что химическая наука рассматривает качества и изменения тел. Качества бывают двоякого рода, а именно, одни возбуждают у нас точно различимое представление, другие — только ясное. Первого рода качества — масса, фигура, движение или покой и местоположение каждого ощутимого тела; второго рода — цвет, вкус, целебные силы, сцепление частей и т. д. Первые и воспринимаются взором и определяются геометрическими и механическими законами, предметом которых они являются; причина же последних лежит в частях, недоступных остроте зрения, потому сами качества не могут быть определены геометрически и механически без помощи физической химии. Первые по необходимости присущи всем телам, вторые — только некоторым. Поэтому мы считаем целесообразным по почину Бойля называть первые качества общими, вторые — частными.

§ 5

Смешанное тело — это такое, которое состоит из двух или нескольких разнородных тел, соединенных друг с другом так, что любая чувствительная часть этого тела совершенно подобна любой другой его части в отношении частных качеств. Так, огнестрельный порох состоит из селитры, серы и угля — разнородных тел, и любая часть его, доступная чувствам, совершенно подобна любой другой части цветом, сцеплением частей, взрывной силою и т. д. Тела, составляющие смешанное тело, как здесь селитра, сера и уголь, называются составляющими.

§ 6

Составляющие нередко сами являются смешанными телами, состоящими из других разнородных тел; так, в этом примере сера состоит из кислотной материи и другой, горючей [1]; селитра из особой кислоты и щелочной соли, уголь из масла, горького кислотного спирта и золы. Составляющие такого рода мы называем составляющими второго порядка; а если они, в свою очередь, смешанные тела, то составляющие их мы именуем составляющими третьего порядка. Таким путем нельзя, однако, идти до бесконечности, но должны в конце концов существовать составляющие, в которых нельзя отделить друг от друга никакими химическими операциями или различить рассуждением разнородные тела; поэтому такого рода составляющие мы обозначаем как последние, или — на языке химиков — как начала.

§ 7

Так как смешанное тело в любой чувствительной частице подобно самому себе (§ 5), то, следовательно, любая чувствительная частица его состоит из одних и тех же составляющих, поэтому в смешанном теле должны существовать частицы, которые, если подвергнутся дальнейшему делению, распадаются на разнородные частицы тел, из кото-

Первая страница рукописи М. В. Ломоносова «Введение в истинную физическую химию»

рых состоит смешанное тело. Первые частицы мы называем частицами смешанного тела, вторые — частицами составляющих. Первого рода суть частицы огнестрельного пороха, которые могут распасться только на серу, селитру и уголь; второго рода — частицы самих селитры, серы и угля, образующие в порохе частицу смешанного тела. Представляется уместным назвать частицы последней составляющей — частицами начала.

§ 8

Из определения смешанного тела и примеров явствует, что от смешения разнородных тел происходят различные качества и явления и что поэтому для объяснения частных качеств тел и их изменений обязательно требуется познание их состава. Отсюда задача химии — исследовать как состав доступных чувствам тел, так и то, из чего впервые образуются составные тела,— именно начала. Какими путями и какими химическими средствами и физическими пособиями достигнуть этого, изъясняется в следующих главах.

Глава 2

О ЧАСТНЫХ КАЧЕСТВАХ СМЕШАННЫХ ТЕЛ

§ 9

На первом месте надо поставить те качества смешанных тел, которые зависят от различного сцепления частиц, ибо никакое изменение смешения в химии не может воспоследовать без изменения сцепления частиц.

§ 10

От различного сцепления частиц прежде всего происходят тела твердые и жидкие. Твердое тело — то, которого фигура не может из-

меняться без внешней силы, а жидкое — то, части которого, от собственной тяжести, скользят друг около друга и которое образует верхнюю поверхность, параллельную горизонту, а остальным своим частям придает фигуру содержащей это тело полости.

§ 11

Твердые тела бывают жесткие или ковкие. Жесткие тела под влиянием ударов распадаются на части; ковкие поддаются ударам не ломаясь и вытягиваются в полосы и проволоки. В обоих случаях сопротивление различается соответственно сцеплению между частицами, и его никаким образом нельзя определить, так как степени его бесконечно многочисленны.

§ 12

Жесткое тело бывает крепким или хрупким. Крепкое требует большой силы и орудий для разрушения сцепления частиц; хрупкое распадается от сжатия или надавливания пальцами. Наконец, хрупкое тело может крошиться или раскалываться. Когда тело крошится, то оно от приложения силы распадается на зерна или в порошок, как мы видим на примере мрамора и сухой глины; когда тело колется, то разделяется на пластинки или тончайшие волокна, как мы наблюдаем на примере селенита [2] и асбеста.

§ 13

Жидкое тело бывает либо густым, либо тонким. Тонкое при изменении фигуры полости, заключающей его, быстро следует за поверхностью полости, а густое — медленно. Первого рода тело — вода, второго — смола, мед и т. д.

§ 14

Кроме того, физики различают жидкость и текучее тело. Жидкостью они называют то тело, которое течет и у которого частицы взаимно связаны; оно образует капли, как вода. Текучим же в собственном смысле они именуют тело, частицы которого скользят, свободные от взаимного сцепления. Такого рода тело есть алебастр, обратившийся в порошок во время обжигания.

§ 15

Представляется правдоподобным, что если и не всегда, то в твердых телах упругость обусловлена главным образом сцеплением частей. Упругость есть то качество тел, в силу которого фигура их, измененная внешним давлением, восстанавливается в первоначальную; таковы нити железные, стеклянные и т. д.

§ 16

Как упругость твердых тел происходит главным образом от сцепления частиц, так от самого свойства упругости твердых тел зависит их звонкость, которая определяется как ощутительная продолжительность звука после нанесения удара телу. Обладающее этим свойством тело называется звонким — как бронза, железо и т. д. Из повседневного опыта явствует, что у тел разного рода звонкость различна и на ее усиление и ослабление очень большое влияние оказывают масса и фигура тела.

§ 17

После качеств, зависящих от различия в сцеплении частиц, надо поставить на ближайшее место те, которые действуют на чувство зрения: этого требуют как благородство соответствующего органа чувства, так и почти бесконечное разнообразие этих качеств. Нет ни одного

смешанного тела, добытого ли неустанным трудом смертных из подземного царства природы, полученного ли из блистательнейших сокровищ флоры, приготовленного ли, наконец, из животных частей, которого цвету, сверкающему живым блеском, или приятному суровостью, или удивительному пестротой, не могли бы подражать произведения химии.

§ 18

Прежде всего глаз отличает непрозрачное тело от прозрачного. Непрозрачное тело — это такое, которое, будучи помещено между глазом и каким-либо предметом, не позволяет изображению последнего воспроизводиться в глазе. Тело называется прозрачным, если, помещенное между глазом и предметом, оно пропускает изображение его к глазу ясным и отчетливым. Первого рода тела — мраморы, металлы и т. д., второго — вода, кварц и подобные им. Этого определения прозрачного тела не отменяют его различные фигуры, при которых предметы искажаются или умножаются вследствие преломления лучей: в химии мы рассматриваем смешение прозрачных тел, а не различия поверхности их.

§ 19

Прозрачные тела не всегда пропускают к глазу изображение предмета, помещенного за ними, одинаково ясное, но часто как бы окутанное туманом. Такое затуманивание или затемнение для разных тел наблюдается различное и различается по степени, так что одни менее прозрачны, чем другие, и наконец постепенно приближаются к непрозрачным телам. Те, которые занимают среднее место между прозрачными и непрозрачными и пропускают столь спутанные лучи, что передаваемые глазу очертания предметов сливаются, называются полупрозрачными, как минерал халкедон[3], рыбий клей и подобные тела.

§ 20

Прозрачные и непрозрачные тела бывают гладкие или шероховатые. Тело гладко, если оно дает в себе изображение поднесенного к нему предмета; шероховатые тела этого не дают. Под гладкими понимаем здесь те тела, которые приобретают без посредства человеческого труда гладкую поверхность, как вода, лед, ртуть, стекла прозрачные и непрозрачные; или шероховатую, как мрамор в месте излома, сухая глина и т. п. От зеркальной гладкости до той шероховатости, которая совершенно препятствует предмету давать изображение на поверхности тела, имеются, очевидно, почти бесчисленные степени гладкости; изображения предметов отражаются с различной ясностью, так же как различно передаются через полупрозрачные тела.

§ 21

Мы заметили, что гладкие тела могут быть ясными или блестящими, и провели различение, определяя ясное тело как такое, которое, будучи выставлено на дневной свет, отражает параллельные лучи белые, какого бы ни было цвета само; а блестящим называем тело, которое, выставленное на дневной свет, отражает параллельные лучи того же цвета, какой имеет само. Первое мы наблюдали в стеклах, второе преимущественно в металлах: поставленная против окна гладкая поверхность стекла, даже самого черного, дает белое изображение окна, а золото — желтое, медь — красноватое.

§ 22

Для цветов, которыми тела действуют на наши глаза, нельзя ни дать определений, ни перечислить их разновидностей. Но вполне несомненно, что существуют некоторые цвета, происходящие из других, смешанных друг с другом, и такие, которых этим способом получить нельзя. Так можно составить оранжевый цвет из красного и желтого, зеленый — из желтого и синего, фиолетовый — из синего и красного;

но что красный, желтый и синий нельзя создать ни из каких других, это ясно показывает как смешивание окрашенных порошков, так и слияние солнечных лучей, о чем подробнее говорится в теоретической части, § ... [4]. Поэтому красный, желтый и синий цвета мы называем простыми, а все остальные цвета, кроме черного, который вообще не есть цвет,— смешанными.

§ 23

Так как смешение простых цветов можно разнообразить почти до бесконечности, то получается почти бесконечное число сложных цветов, для обозначения и ясного различения которых очевидно нехватит ни названий, ни числа, ни меры. Поэтому при описании цветов химических тел, чтобы быть правильно и ясно понятыми читателем, будем определять различные изменения качеств цветов по сходству их с вещами постоянной окраски.

§ 24

Итак, чтобы прежде всего точно отличать простые и чистые цвета от других, мы будем называть красным тот цвет, который мы видим в крови, в лепестках гортензии, в шерсти, окрашенной кармином, в сурике; желтым — цвет, наблюдаемый в настое шафрана, в ромашках и в лучшей охре; наконец, синим — цвет, присущий ясному небу, василькам и порошку краски ультрамарина. Итак, первый цвет мы зовем красным, кровяным или карминовым, второй желтым и шафранным, наконец, третий — голубым, васильковым, ультрамариновым.

§ 25

Средних между этими тремя цветами тоже три: первый состоит из кровяного и шафранного, второй — из шафранного и синего, третий — из синего и кровяного, смешанных поровну. Довольно точное подобие первого цвета находится в корке апельсинов и в лепестках большого

африканского цветка [5]; второго — в зеленых лугах, третьего — в бирюзе: поэтому мы называем первый оранжевым, второй зеленым, или травяным, третий бирюзовым. Из трех простых цветов, соединенных в должной пропорции, получается белый; отсутствие всех цветов есть причина черноты. Обо всем этом ясно говорится в оптике, и мы намерены изложить это подробнее в теоретической части.

§ 25[a]

Как мы установили различия между главными разновидностями цветов по сходству их с вещами, так мы считаем самым целесообразным описывать все другие цвета, происходящие от различного и неравного смешения простых цветов и от различной яркости света, путем сравнения их с общеизвестными вещами и обозначения яркости преобладающего цвета.

§ 26

После того, что открыто чувству глаз, идет то, что различается ощущением языка, именно различные вкусы. Имеющими вкус называются тела, причиняющие языку приятное или неприятное ощущение; безвкусными — не причиняющие такового. Главные и более отчетливые вкусы таковы: 1) кислый, как в уксусе; 2) едкий, как в винном спирте; 3) сладкий, как в меде; 4) горький, как в смоле; 5) соленый, как в соли; 6) острый, как в редьке; 7) терпкий, как в незрелых плодах. Которые из них простые, которые сложные, можно объяснить не раньше, чем когда будет известна природа начал.

§ 27

Как для цветов, так и для вкусов наблюдается почти бесконечное разнообразие, происходящее от различного смешения названных выше вкусов и их различной резкости, обусловленной примесью безвкусных

[a] *В рукописи два раза имеется § 25 и отсутствует § 29.*

веществ. Поэтому в химической практике мы можем обозначать тела, различающиеся по вкусу, не иначе, как и в случае цветов: при помощи указания сходств и обозначения преобладающих вкусов.

§ 28

Запахи, действующие на обоняние, по большей части совмещаются со вкусами, так, например, то, что имеет кислый вкус, действует и на нос кислым запахом. Для обозначения и характеристики бесконечного разнообразия запахов нельзя поступать иначе, чем это было сделано для вкусов.

§ 30

Нам остается сказать кое-что о тех внутренних свойствах смешанных тел, которые могут быть природными или искусственно вызванными,— каковы способности притягивать, отталкивать, производить блуждающие огни, самопроизвольно загораться и т. д., а также лекарственные или ядовитые силы. Обо всем этом достаточно здесь только напомнить: все уяснится в своем месте, когда мы попытаемся исследовать свойства первого рода при рассмотрении смешанных тел, для которых это покажется уместным, способом, описанным ниже (§)[a], а вторые, где нужно, заимствуем от наиболее славных медиков — ибо опыты для их раскрытия не входят в задачи химиков.

Глава 3

О СРЕДСТВАХ, КОТОРЫМИ ИЗМЕНЯЮТСЯ СМЕШАННЫЕ ТЕЛА

§ 31

Смешанные тела изменяются от прибавления или потери одной или нескольких составляющих (§). При этом необходимо, чтобы каждая

[a] *Здесь и дальше №№ параграфов отсутствуют в рукописи.*

корпускула смешанного тела приобрела или потеряла одну или несколько корпускул составляющих. А это не может произойти без изменения связи частиц; поэтому необходимы силы, которые могли бы уничтожить сцепление между частицами. Легче всего такое действие производит огонь: нет ни одного тела в природе, которого внутренние части были бы недоступны ему и взаимную связь частиц которого он не мог бы разрушить.

§ 32

Пять обстоятельств химик особенно должен наблюдать относительно огня: 1) степень напряженности, 2) отношение его к телу, подвергаемому его действию, 3) продолжительность во времени, 4) скорость поступательного движения, 5) форму его.

§ 33

Напряженность огня не может быть оценена ни чувством осязания, ни по различию света, издаваемого воспламененным телом, ни по кипению жидкостей, ни по плавлению или затвердеванию тел, ибо осязание для этого и не всегда применимо, и очень часто обманывает; святящиеся тела нередко оказываются менее горячими, чем темные,— так пламя горящей пакли менее горячо, чем железо, близкое к калению; смешиваемые жидкости вскипают, будучи гораздо холоднее других, еще не кипящих; наконец, тот же самый огонь, который одни тела плавит, другие переводит из разжиженного состояния в твердое. Единственное вполне достоверное измерение огня найдено в разрежении тел, на чем основаны термометры и пирометры. Эти инструменты чрезвычайно полезны химику для нахождения напряженности огня. Но о них скажем подробнее в своем месте.

§ 34

Однако в природе существуют некоторые изменения тел, заключающие в себе, как некие пределы, определенное число градусов термо-

метров или пирометров и постоянно отвечающие одним и тем же точкам: нелишнее поэтому здесь вкратце указать эти пределы для установления более ясного представления о напряженности огня. Кроме того, представляется удобным ввести название температурной области для известного числа градусов термометра или пирометра, заключающихся между постоянными пределами, чтобы словами, применяемыми непоследовательно, не запутать и не затруднить читателя. Итак, прежде всего теплота или огонь, от наименьшего до наибольшего, какой встречается в природе, разделяется на температурные области, а эти — на градусы.

§ 35

Первая и нижняя температурная область начинается от самого низкого градуса теплоты, или — что то же — от наибольшего градуса стужи, который пока еще никем не отмечен и не показан. Она оканчивается при температуре начинающегося замерзания воды; этот предел всегда постоянен и неизменен и основывается на явлении, которое весьма важно и имеет величайшее значение в природе. Огнем этой температурной области едва ли пользовались когда-либо химики. Мы, однако, намерены сделать здесь некоторые, и может быть немаловажные, химические опыты. Ведь ниже температуры замерзающей воды многие тела остаются еще жидкими и, следовательно, еще не вполне утратили свою силу, необходимую для химического действия. Вторая температурная область начинается там, где кончается первая; а высшим пределом ее мы принимаем ту точку, которой достигает наибольшая наблюдаемая летом жара и около которой находится и теплота здорового человека. Третья температурная область простирается от этой температуры выше до точки кипящей воды. Четвертая устанавливается между кипением воды и кипением ртути. Пятая простирается отсюда до того жара, при котором плавится медь. Наконец, шестая температурная область, начинаясь от плавления меди, ищет себе предела в высшей степени огня, если таковая существует. Все отмеченные здесь пределы температурных областей опираются на важные

явления, которые как в природе, так и в самой химии имеют громаднейшее значение.

§ 36

Подобно тому как в соответствии со свойствами каждого тела и каждой химической работы химик должен применять известную степень огня, так нужно очень тщательно соразмерять и количество его, чтобы не употребить слишком большое или слишком малое количество огня по отношению к объему тела, взятого для химического исследования. Действительно, во втором случае мы не достигаем желательного результата, в первом мы понапрасну тратим масло и труд.

§ 37

Также необходимо отметить еще третье обстоятельство, что более слабый огонь нередко гораздо более действителен, чем сильный, для укрощения упорствующих тел, ибо в некоторых случаях известные тела легче поддаются времени, чем силе. Поэтому химик, проводя опыты, должен тщательно следить за тем, где нужен медленный, где сильный огонь.

§ 38

Различная скорость движения, наблюдаемая в распространении пламени, много содействует напряжению силы огня. Так, мы видим у золотых дел мастеров, что железная проволока толщиною около линии не может быть накалена в пламени горелки до той температуры, при которой плавится железо, если это пламя не приводится в сильное движение дутьем из паяльной трубки. Поэтому снова надо напомнить химику, чтобы он знал, как возбуждать движение пламени, когда это нужно.

§ 39

Различие формы применения огня состоит в том, что либо к нагреваемому телу проникает только один жар, либо само пламя окружает и непосредственно касается тела. Достаточно известно опытным в практике химии, насколько разнообразные происходят от этого явления, хотя бы применялся огонь одной и той же степени в течение одного и того же времени. Поэтому пусть химик обращает внимание, где надо пользоваться чистым жаром и где пламенем.

§ 40

Для пламени надо учитывать различие горючего материала: является ли таковым дерево, или уголь,— и уголь каменный или древесный, и из какого дерева. Ибо от того, каким будет горючее: плотным или рыхлым, жирным или тощим, сухим или влажным, а самое пламя чистым или коптящим,— от этого, при прочих равных условиях, явления часто изменяются.

§ 41

Уничтожив или ослабив или каким бы то ни было образом изменив силу сцепления между частицами смешанных тел, огонь не может больше ничего сделать, если не окажут содействия вода или воздух, раздельно или совместно; они удаляют друг от друга, переносят и обменивают местами освободившиеся от взаимной связи частицы. Итак, огню свойственно изменять сцепление между частицами, а воздуху и воде — их расположение. Таким образом, первый — как бы орудие, а вторые два — носители. Укажем здесь в немногих словах, с какой осмотрительностью надо ими пользоваться.

§ 42

Воздух соединяется со смешанными телами двояким образом: или обтекая их и налегая на их поверхность, или занимая поры их. В по-

следнем случае его надо назвать внутренним, в первом — наружным. Влияние и того и другого на химические явления немалое.

§ 43

Наружный воздух, как находясь в неподвижности у поверхности тела, нередко изменяет состав тела, после перемещения собственных частиц последнего при помощи огня,— так и находясь в движении, приводит к нему посторонние частицы, приносимые с собою, или уносит с собою оторванные собственные частицы тела, или производит одновременно и то и другое. И чем быстрее движение воздуха, тем больше приходит посторонних частиц или уходит собственных частиц тела.

§ 44

Частицы, которые приносит движущийся воздух смешанному телу, или берутся из самой атмосферы, или искусственно доставляются химиком. Первые различаются в зависимости от погоды, природы и положения места, населенности его и нахождения вблизи фабричных заведений; вторые зависят от природы горючего, применяемого для поддерживания огня, или от природы тела, специально взятого для опыта. Необходимо, чтобы химик был в обоих случаях осмотрителен: 1) чтобы не считал одинаковым действие воздуха болотистых мест летней порою или мест, по соседству с которыми выжигается много серы из металлов, и действие более сухого и чистого воздуха; 2) чтобы не принимал того, что присоединилось из горючего материала или из другого соседнего тела, за присущее самому телу.

§ 45

Внутренний воздух, задерживаясь в порах тела, по необходимости должен напитываться более тонкими частицами его, особенно если тело будет пахучим. Поэтому, как только частицы тела освобождаются

от взаимного сцепления, рассеиваются, и внутренний воздух смешивается с наружным, более тонкие частицы должны улетать из смешанного тела, и отсюда должны воспоследовать значительные изменения качеств.

§ 46

Затем, внутренний воздух, освободившийся из распавшихся тел и наполненный тонкими парами, нередко занимает поразительно громадное пространство и обладает большой силой воздействия на встречаемые препятствия. Пусть поэтому химик остерегается, чтобы заключенный и ищущий выхода воздух не разорвал сосуды с ущербом для труда, денежных средств и даже здоровья.

§ 47

Опыт показывает, что существует несколько видов воды, различающихся находящимися в них телами. У дождевой воды наблюдаются одни свойства, у речной — другие, у родниковой — третьи. Когда дождь с высоты падает через атмосферу, то принимает в себя встречающиеся сернистые и соляные пары. Поэтому если вода постоит летом несколько дней на солнце, то производит зеленеющую тину; она доставляет также пищу растениям и т. д. Речная вода содержит соляные частицы, вымытые из земли, из бродящих, гниющих и сгоревших тел, принесенные текущими отовсюду ручьями; много этих частиц обнаруживается в остатке, когда чистый водяной пар от теплоты рассеялся в воздухе. Родниковая вода очень часто, почти всегда, несет с собою растворенные в горах минералы, которые нередко можно открыть по вкусу, иногда даже по запаху.

§ 48

Сколько эти примеси причиняют нарушений в химических действиях, достаточно известно из технической химии: так, красиль-

щики, пивовары и другие ремесленники жалуются, что в их искусстве нельзя достигнуть одинаковой степени совершенства, пользуясь любой водою. Нам надлежит поэтому при химическом исследовании, предпринимаемом для физического познания составных частей, применять самую чистую воду, какую только можно найти или приготовить, если мы не желаем обмануться при раскрытии природных тайн.

§ 49

Какими способами надо очищать воды, будет преподано ниже. Из природных вод чище прочих приготовленная из снега, не загрязненного пылью, особенно из того, который падает после жестокого мороза при тихой погоде, ибо поверхность земли, скованная свирепостью зимы и покрытая снегом, испускает соляные и горючие пары, как летом. На втором месте стоит речная вода, текущая подо льдом в средине зимы. В это время ни порожденные дождями ручьи содержащимся в них загрязнением, ни ветры поднятой ими пылью не делают ее мутной, насыщенной соляным веществом; но мы ее черпаем вышедшею из земли и процеженной через песчаные берега. Третье место занимает дождевая вода. Прочие воды нельзя применять без исследования и очищения.

§ 50

Действие, производимое водою при изменении состава тел, еще значительно усугубляется оттого, что она сама в очень многих телах — главнейшая составная часть, так что после ее удаления они совершенно меняют свой вид. Поэтому вода, применяемая в качестве средства, должна строго различаться от той, которая существует в самом теле как составная часть и имеет немалое значение среди остальных составных частей, вместе с которыми она образует смешанное тело.

§ 51

Таковы действительные и настоящие средства, без которых — всех, или по крайней мере двух из них,— не может произойти никакое изменение в смешении тел. Сверх них, другие авторы называют гораздо большее, почти бесконечное число химических средств, именно столько, сколько имеется разновидностей смешанных тел, которые действуют друг на друга при помощи огня, воздуха и воды. Но описывать и объяснять их все мне представляется тем же самым, что излагать всю химию в предисловии к ней до изложения ее самой. Поэтому мы решили, что описать взаимодействие смешанных тел и различных составных частей надо для каждого в своем месте.

Глава 4

О ХИМИЧЕСКИХ ОПЕРАЦИЯХ

§ 52

Химические операции — это способы, которыми при содействии химических средств изменяются смешанные тела, поскольку они являются смешанными. При помощи этого определения мы можем легко различить, какие химические операции — основные и главные, и какие — лишь вспомогательные. А именно, первые или 1) соединяют отдельные составляющие в смешанное тело, или 2) разделяют смешанное тело на составляющие, или 3) одновременно делают и то и другое, или 4) изменяют отношение количества составляющих, или, наконец, 5) перемещают расположение частиц в смешении. Во всех случаях изменяются качества частные — одно или несколько. Вторые операции не производят ничего подобного, но способствуют приготовлению тел для основных операций.

§ 53

Основные химические операции мы разделяем на общие и специальные, или на первичные и второстепенные. Мы насчитываем шесть общих: *разрыхление, уплотнение, растворение, осаждение, дигерирование, возгонку.* Второстепенных или специальных насчитывается несколько, и большинство их придумано химиками не вследствие различного образа их действия, но по разнообразию материи. Исключив из них все лишнее, мы рассмотрим важнейшие из них вместе с первичными, каждую на своем месте.

§ 54

Разрыхление есть ослабление или даже разрушение сцепления между частицами тела. Этот род операции мы с полным основанием вводим и предпосылаем другим, так как: 1) он изменяет главное из частных качеств в телах, 2) открывает дорогу к изменению смешения и 3) указывает различия силы сцепления между частицами в большинстве тел.

§ 55

При помощи разрыхления больше всего изменяется положение частиц смешанного тела (§ 52, п. 5), хотя и другие изменения происходят довольно часто, в зависимости от характера различных видов этой операции, которых числом пять: *расплавление, размягчение, разведение, прокаливание и препарация.*

§ 56

Расплавление есть превращение твердого тела в жидкое, производимое силою огня. Обычный пример мы видим у золотых дел мастеров и многих других ремесленников, которые имеют дело главным образом с плавлением металлов. При помощи этой операции наиболее

ослабляется связь между частицами, и два или больше разнородных тела легко соединяются в одно или, будучи смешаны, разделяются.

§ 57

Размягчением называют изменение, при помощи теплоты, жесткого тела в мягкое; оно есть как бы некоторая ступень к расплавлению. Его надо отличать от расплавления лишь потому, что иногда природа двух тел, подлежащих смешению, не допускает их соединения расплавлением, ибо при такой силе огня тончайшие и способнейшие к действию частицы улетают в воздух.

§ 58

Разведением зовется превращение жидкого тела более густого в тонкую жидкость путем прилития более значительного количества водной влаги или иной жидкости, однородной одной из составных частей подлежащего разведению тела. Его применение очень многообразно, ибо тела совершенно жидкие легче смешиваются, скорее осаждают на дно инородные более тяжелые части и из чрезмерно сильно действующих делаются более мягкими. Примеры часто наблюдаются у пробирных мастеров и граверов на меди, которые разбавляют водою крепкие водки, чтобы, смягчившись, они производили более тонкие действия.

§ 59

Прокаливание есть перевод твердого или жидкого тела в порошок силою огня. Обычный пример можно видеть у ваятелей статуй, которые для изготовления изображений превращают силою огня алебастр в порошок. При помощи этой операции достигается совершенное расторжение сцепленных частиц и открывается легкий доступ инородным телам, которые должны быть присоединены.

§ 60

Препарация есть превращение в порошок твердого крепкого тела путем обжигания и гашения водою, повторенных несколько раз, при содействии растирания. Этим способом можно сломить упорство самых твердых камней, и их неодолимая иными средствами природа делается мягкой и допускающей обработку. Примеры доставляют ювелиры, которые описанным выше способом готовят наждак для полировки камней.

§ 61

Уплотнение состоит в том, что частицы смешанного тела из состояния слабого или вовсе уничтоженного сцепления переводятся в состояние более тесной взаимной связи. Эта операция противоположна предыдущей. Обычно разрыхление составляет начало всего опыта, а уплотнение — конец его; первое открывает, второе заключает его.

§ 62

Видов уплотнения, которые по большей части состоят и в перемене расположения частиц смешанного тела, мы насчитываем девять: *застывание, отвердевание, сгущение, кристаллизация, свертывание, закаливание, спекание, остекловывание и отжиг.*

§ 63

Застывание есть переход жидкого тела в твердое при уменьшении степени огня; пример — любой металл, охлажденный после плавления, а также замерзающая вода. Эта операция противоположна расплавлению; она особенно пригодна для перевода разнородных тел, соединенных взаимным сливанием, в твердое соединение.

§ 64

Отвердевание есть превращение мягкого тела в жесткое. Оно противополагается смягчению и осуществляется уменьшением огня.

§ 65

Сгущением называют перевод тонкой жидкости в густую, или даже в твердое тело, путем удаления излишней влаги. Оно производится или медленным жаром, без заметного движения жидкости, или более сильным огнем при кипении. В первом случае эту операцию можно назвать выпариванием, во втором — вываркой. Обычные примеры — в солеварнях, где рассолы выпариваются, и у кондитеров, приготовляющих сладости из сгущенного сока ягод.

§ 66

Кристаллизация происходит, когда жидкое тело, сделавшееся более густым от выпаривания или выварки и оставленное спокойно стоять в холодном месте, отчасти превращается в твердые угловатые крупинки. Этой операцией химики пользуются для собирания воедино твердых тел, рассеянных в жидкости. Примеры — на солеварнях и заведениях, изготовляющих селитру.

§ 67

Свертыванием мы называем перевод жидкости тонкой в густую или густой жидкости в мягкое тело, производимый без заметного выпаривания. Примеры видим в сваренных яйцах и в свернувшемся молоке.

§ 68

Закаливание есть гашение раскаленного металла в воде для превращения его из ковкого тела в твердое и крепкое тело. У ремесленников

эта операция очень часто в ходу особенно у оружейников, но она должна иметь значение и в физической химии.

§ 69

Остекловывание происходит, когда тело в виде порошка силою огня сплавляется через ожижение в блестящее твердое тело, которое при накаливании размягчается и может вытягиваться в нити. Примеры можно видеть у стеклоделов и в лаборатории пробирных мастеров; также у золотых дел мастеров, которые таким путем украшают эмалью ожерелья, кольца и т. д. При помощи этой операции многие разнородные смешанные тела сочетаются прочной связью.

§ 70

Спекание есть перевод силою огня в каменистое вещество порошкообразного тела, замешенного с водою в тесто, которому по желанию придана известная форма, и затем медленно высушенного. Эта операция отличается от остекловывания тем, что при этом материя не сжижается и полученное каменистое тело при прокаливании не размягчается и не может вытягиваться в нити. Примеры весьма обыкновенны у гончаров и кирпичников, но наилучшие — у мастеров фарфоровых изделий. Результаты, в смысле образования смешанных тел, сходны с получаемыми при остекловывании.

§ 71

Отжиг происходит, когда тело, переведенное в состояние стекла или камня, подвергается длительному действию несколько меньшей степени жара, чем потребная для его накаливания, и постепенно охлаждается, чтобы обеспечить равномерное сцепление частей и уменьшить хрупкость. Кроме того, при помощи этой операции многое производится, не без приятного зрелища, для получения окрашенных стекол.

§ 72

Растворение имеет место, когда жидкое тело действует на другое — твердое или тоже жидкое — так, что последовательно отрывает его частицы от сцепления и связи с другими, присоединяет их к себе и с разрушенным и присоединенным телом образует смешанное тело. Тело, производящее растворение, у химиков зовется растворителем.

§ 73

Растворение бывает двоякое: целостное и частичное. Первое происходит, когда растворяющееся тело целиком переходит в растворитель; второе — когда какая-нибудь составная часть выделяется из растворяющегося тела силою растворителя и соединяется с ним. Первое наблюдается в некоторых разновидностях; второе — в одной из разновидностей этой операции, которых числом девять: *собственно растворение, экстракция, отваривание, вымывание, амальгамация, цементация, коррозия, расплывание и растворение в парах.*

§ 74

Собственно растворение бывает, когда частицы твердого или также и жидкого тела, погруженного в растворитель, отрываются последовательно от поверхности и распространяются в самом растворителе. Примеры мы имеем ежедневно, когда растворяем в воде соль или сахар.

§ 75

Это растворение бывает частичным, когда какая-нибудь смесь состоит из двух разнородных тел, из которых только одно растворяется в растворителе, а второе, находящееся в состоянии мельчайших частиц, не смешивается с растворителем; это можно видеть у пробирных мастеров, когда золото отделяют от серебра при помощи крепкой водки.

§ 76

Экстракция имеет место, когда растворитель, каковым всегда бывает винный спирт, из погруженного в него тела выделяет какую-нибудь составную часть и берет ее в свой состав. Обычные примеры наблюдаются ежедневно, когда водка насыщается ароматическими веществами. Само его название и определение показывают, что этот вид операции всегда частичный. Она отличается от предыдущего вида тем, что тот применяется больше для минеральных, а этот — для растительных веществ; тот растворяет бо́льшую часть тела, этот меньшую.

§ 77

Отваривание — почти то же, что и экстракция, и отличается лишь степенью огня и природою растворителя, а именно здесь всегда берется вода, которая доводится до кипения. Обычные примеры у каждого на глазах в его кухне.

§ 78

Вымывание есть отделение соляных частиц из порошкообразного тела при помощи теплой воды и взбалтывания. Обыкновенный пример — щелок, вымытый из золы и весьма широко применяемый прачками.

§ 79

Амальгамацией зовут растворение металла или металлического тела в ртути. Пример можно наблюдать у золотых дел мастеров, которые для позолоты серебряных и медных вещей растворяют золото в ртути. Эта операция бывает и частичной, когда в названный растворитель помещают смесь, одна из составляющих которой не подвержена действию растворителя.

§ 80

Цементация совершается, если растворяемое тело и растворитель — твердые тела и поэтому кладутся в сосуд одно на другое последовательными слоями, накрываются и подвергаются действию известной степени теплоты, чтобы подлежащее растворению тело растворялось растворителем, отчасти или вполне плавящимся. Примеры — у золотых дел мастеров, отделяющих золото от более низких металлов соляными цементами.

§ 81

Коррозией зовется такое растворение, при котором корпускулы растворенного тела в большей части падают сами на дно сосуда в виде порошка.

§ 82

Растворение в парах бывает, когда испарения растворителя действуют на подвешенное тело и, растворяя его, соединяются с ним.

§ 83

Почти к той же разновидности операций, как растворение в парах, следует отнести и расплывание: это не что иное, как растворение тела, выставленного на влажный воздух, водяными парами. Пример — нередко случающееся расплывание поваренной соли во влажном воздухе.

§ 84

Осаждение происходит тогда, когда разнородные тела, перемешанные между собой, взаимодействуют так, что одно отнимает у другого одну из его составных частей и присоединяет ее к себе, выделяя остальные. Это часто сопровождается шипением и изменением частных

качеств, преимущественно тех, которые действуют на чувство зрения. Из определения следует, что осаждение происходит третьим способом (§ 52).

§ 85

Осаждение в тесном смысле есть выделение в виде порошка тела, растворенного в жидкости, по прибавлении другого. Эта операция дает многие и удивительные результаты: обыкновенный пример можно видеть в приготовлении чернил из раствора железного купороса и отвара чернильных орешков.

§ 86

Восстановление есть обратный переход металла или полуметалла, принявшего вид порошка или шлака, в металлическую форму. Многочисленные примеры встречаются у пробирных мастеров, да и у всех почти ремесленников, выделывающих металлические вещи. Восстановление ртути отмечено специальным названием оживления.

§ 87

Детонация происходит, когда тела подвергаются действию голого огня, так что вытесняемая составная часть загорается пламенем и истребляется им с внезапным треском. Частый пример этого у пробирных мастеров при приготовлении черного флюса [6].

§ 88

Купеллирование есть отделение золота или серебра из соединения с другими телами при помощи свинца на зольнистом черепке, называемом купелью. Многочисленные примеры у пробирных и золотых дел мастеров.

§ 89

Химическое произрастание наблюдается, когда после осаждения выделившиеся составные части вырастают наподобие какого-то растения. Такого рода операции производятся на химических лекциях, так, например, получают дерево Дианы; из них пока ничего не применено для пользы и удобства жизни.

§ 90

Дигерирование есть длительная обработка смешанного тела огнем или умеренным равномерным жаром, вследствие которой нечувствительные частицы тела, приведенные в движение, изменяют свое расположение в соединении. Поэтому такого рода операция принадлежит к пятому виду (§ 52). Ее разновидностей четыре: *минеральное дигерирование,* брожение, гниение и реверберация.

§ 91

Минеральным дигерированием мы называем операцию, при помощи которой в минералах, подвергаемых обработке в закрытых сосудах, составные части меняют свое расположение так, что ранее окруженные другими выступают наружу. Алхимики весьма широко пользуются этой операцией.

§ 92

Брожение есть идущее при умеренном нагревании дигерирование, при помощи которого преимущественно из растительных веществ освобождаются от соединения с другими спиртовые и уксусные составные части. Примеры встречаются почти повсюду и ежедневно.

§ 93

Гниением называется дигерирование при слабом жаре, которым освобождаются от соединения с другими, главным образом из

животных веществ, мочевые составные части. Примеры встречаются весьма часто и даже вопреки нашему желанию.

§ 94

Реверберация есть более продолжительное обжигание тела, превращенного в порошок, направленным на него пламенем. Операция эта часто следует непосредственно за обжиганием и поэтому некоторыми, недостаточно вникающими в существо дела, смешивается с ним. Пример того и другого в изготовлении сурика. Здесь происходит не только перемещение составляющих, но из пламени прибавляется и некоторое новое составляющее.

§ 95

Возгонкою вообще мы называем перенос тела в виде пара или дыма силою огня из одного места в другое. Этой операцией достигается: 1) разделение составляющих, так как те, которые не выносят силы огня, улетают вверх, а те, которые ему не уступают, остаются на своем месте; 2) соединение отдельных составляющих в смешанное тело; часто случается, что тела, которые иначе трудно соединяются, переведенные в пары, очень тесно связываются друг с другом. Первый случай относится ко второму виду, последний — к первому (§ 52). Тела, никаким химическим огнем не переводимые в пары, зовутся постоянными, а остальные — летучими.

§ 96

Разновидностей возгонки четыре: сухая возгонка, влажная возгонка, или дестилляция, ректификация и кремация.

§ 97

Сухая возгонка происходит, когда пары возгоняемого тела уплотняются в твердое тело, жесткое или хрупкое. Пример дают сера, киноварь и другие, из паров собирающиеся в твердые тела.

§ 98

Влажная возгонка, или дестилляция, наблюдается, когда собравшиеся пары, в виде жидкости, каплями падают в подставленный сосуд. Обычный пример — приготовление водки.

§ 99

Ректификацией называют перегонку, которой жидкость отделяется от испорченных частей, или от избытка водной влаги, или от других загрязнений. Примеры также можно видеть у приготовляющих спиртные напитки.

§ 100

Кремацией называют возгонку, при которой тело сжигается голым пламенем и дым собирается в подходящем сосуде. Примеры весьма обыкновенны в очаге у каждого.

§ 101

Когда перечисленные и получившие здесь определение химические операции производятся по нескольку зараз во взаимной связи, то вся серия их получает название *процесса*.

§ 102

Предосторожностей при операциях много, и они различны в зависимости от природы разных тел, подвергающихся обработке, поэтому опишем их каждую в своем месте.

§ 103

Далее надо заметить, что нельзя производить любую операцию с любым смешанным телом, как будет очевидно из следующей главы, где мы говорим о разновидностях и природе смешанных тел.

§ 104

Вспомогательные операции применяются: 1) для разрыхления, 2) для разделения, 3) для соединения составных частей.

§ 105

Разрыхлению содействуют: *сплющивание,* при котором тело расплющивается молотом в пластины; *измельчение,* если его толкут в ступке; *зернение,* когда расплавленное тело, погашенное в воде или подверженное другому воздействию, рассыпается в зерна; *скобление,* когда оно скоблится ножом; *опиливание,* когда оно трется напилком; *растирание,* если оно растирается в ступке.

§ 106

Для осуществления разделения пригодны *отсеивание,* когда более крупные части отделяются от более мелких на сите; *процеживание,* когда при помощи пористого тела прозрачная жидкость отделяется от инородного тела; *отмучивание,* когда порошкообразное тело, взболтанное в воде, опускается на дно скорее или медленнее, в соответствии с различным весом частиц, и таким образом более тонкие частицы отделяются от более крупных; *отстаивание,* когда через некоторый промежуток времени материя, создающая в жидкости муть, падает на дно; *отливание,* или так называемая *декантация,* когда жидкость сливается с осадка через край сосуда.

§ 107

Для осуществления соединения применяют: *сливание,* когда сливаются вместе две жидкости; *взбалтывание,* когда слитые тела встряхивают; *разминание,* когда мягкие тела соединяются растиранием; *стирание,* когда смешанные порошки соединяются длительным растиранием.

Глава 5

О РОДАХ СМЕШАННЫХ ТЕЛ

§ 108

Все тела делятся на органические и неорганические. В органических части тел оказываются устроенными и связанными друг с другом так, что причина одной части заключена в другой, с ней связанной. В неорганических телах частицы, кроме взаимного сцепления и расположения, не имеют причинной связи. Под органическими мы здесь понимаем преимущественно природные тела, именно животного и растительного царств, которых волокна, протоки, пузырьки, соки, в них обращающиеся, в своем устройстве обусловлены друг другом. Неорганические тела, которые только смешаны, образуют все минеральное царство — обширнейшее поле химической материи.

§ 109

Кроме того, хотя органы животных и растений весьма тонки, однако они состоят из более мелких частиц, и именно из неорганических, т. е. из смешанных тел, потому что при химических операциях разрушается их органическое строение и из них получаются смешанные тела. Таким образом, все смешанные тела, которые производятся из животных или растительных тел природою или искусством, также со-

ставляют химическую материю. Отсюда явствует, как широко распространяются обязанности и сила химии во всех царствах тел, коих разные роды, так же как и важнейшие виды, мы считаем необходимым бегло перечислить здесь.

§ 110

Первый род смешанных тел состоит из солей и соляных спиртов, второй — из сернистых тел, третий — из соков, четвертый — из металлов, пятый — из полуметаллов, шестой — из земель, седьмой — из камней.

§ 111

Названием солей обозначают хрупкие тела, которые растворяются в воде, причем она остается прозрачной; они не загораются, если в чистом виде подвергаются действию огня. Виды их: купорос и все другие металлические соли, квасцы, бура, винный камень, существенные соли растений[7], соль винного камня и поташ, летучая мочевая соль, селитра, обыкновенная соль родниковая, морская и каменная, нашатырь, английская соль и другие соли, полученные в результате химических работ.

§ 112

Соляные спирты — жидкости, обладающие резким вкусом, которые нельзя перевести в твердое состояние, если только какое-нибудь другое тело не войдет в их состав; они не восприимчивы к пламени. Таковыми являются уксус, спирт винного камня, кислые соки и все спирты, выделенные из вышеназванных солей.

§ 113

Соли и соляные спирты разделяются на кислые, щелочные и средние. Кислые проявляют себя вкусом, щелочные вспениваются с кисло-

тами; кислые окрашивают фиалковый сироп в красный цвет, щелочные же — в зеленый. Средние соли — те, которые получаются смешением кислых и щелочных солей.

§ 114

Сернистыми телами [8] называются такие, которые легко воспламеняются и при этом целиком или в большей части сгорают; если что остается, то оно составляет шлак, а не золу. К таким относятся: сера, битум, смола, жир, масло, спирт, фосфор.

§ 115

Сера — тело твердое, нацело сгорающее, выделяющее кислые едкие пары; бывает или отделенная от других минералов возгонкою, или самородная, иначе называемая живой.

§ 116

Битум — твердое сернистое тело, ископаемое; зажженное выделяет дым с копотью и оставляет после сгорания шлак. Его виды — янтарь, асфальт, каменный уголь и другие тела такого же рода.

§ 117

Смола — горючее тело, производимое из растений природою или искусством; сюда относятся мирра, воск, камфора и т. п.

§ 118

Жиром называется горючее тело, выделенное из животных, которое начинает гореть лишь после значительного нагревания. К этому роду принадлежат коровье масло, жиры мясной и рыбий.

§ 119

Масло — жидкое горючее тело, отказывающееся смешиваться с водою. Оно или природного происхождения, или искусственного; природное выделяется из недр земли, как-то: горное масло, нефть и т. д.; искусственное — выжатое или перегнанное. Выжатое добывается из растения, главным образом из семян, при помощи машин, как льняное масло; перегнанное выгоняется силою влажной возгонки и дает эфирное или отожженное масло. Эфирным называется масло, которое перегоняется из бальзамического растения при температуре не выше точки кипения воды и сохраняет запах самого растения; отожженное выгоняется гораздо большей силою огня из растительных или животных веществ и имеет неприятный и горький вкус, вызывающий тошноту. Первого рода — эфирные масла, коричное, гвоздичное и т. д.; второго рода — пек, дестиллированное масло винного камня, масло оленьего рога и т. д.

§ 120

Спирт есть жидкое горючее тело, легко принимающее воду в свой состав. Виды его различаются соответственно природе перебродившего тела, из которого его извлекли,— спирт винный, хлебный и т. д.

§ 121

Фосфор, или пирофор, есть тело, которое на открытом воздухе самопроизвольно загорается сильным пламенем, в темноте испускает свечение, особенно если встряхивать.

§ 122.

Соками называются выделенные из животных или растений тела, которые разводятся водою и в ней расходятся, а приведенные в твердое состояние могут загораться. Виды их: мед, камеди, выварки, отвары,

желатины, соки выжатые и сиропы — ибо соки бывают жидкими или застывшими.

§ 123

Мед общеизвестен и не имеет разновидностей, помимо того, что бывает разной степени чистоты. Виды камедей различны, соответственно разным свойствам растений, из которых они выделяются. Выварки получаются из растений кипячением в воде и сгущаются испарением. Отвары и желатины производятся так же, но из животных. Выжатые соки — соки растений, особенно ягод; они становятся сиропами, когда сгущаются на медленном огне в медоподобную массу.

§ 124

Металлы — тела твердые, ковкие, блестящие; они бывают благородные и неблагородные.

§ 125

Благородные металлы силою огня, без прибавления разъедающего тела, не лишаются металлического вида; неблагородные — от одного прокаливания распадаются в пепел и переходят в стекло. Первого рода — золото и серебро; второго — медь, железо, свинец, олово.

§ 126

Полуметаллы отличаются от металлов тем, что они не ковки; их насчитывается пять: ртуть, висмут, цинк, мышьяк, королек сурьмы.

§ 127

Земли — твердые тела, рассыпающиеся или порошкообразные, которые могут замешиваться с водою и давать тесто; при прибавлении

воды образуют мутную жидкость, из которой выделяется осадок на дне сосуда.

§ 128

Камни — твердые крепкие тела, которые в воде не растворяются и не размягчаются в тесто.

§ 129

Видов и родов земель и камней очень много, и с ними можно лучше познакомиться из естественной истории и путем непосредственного изучения, чем из описания; а мы, излагая химию, будем исследовать их общие и специфические признаки.

Глава 6

О ХИМИЧЕСКОЙ ЛАБОРАТОРИИ И ПОСУДЕ

§ 130

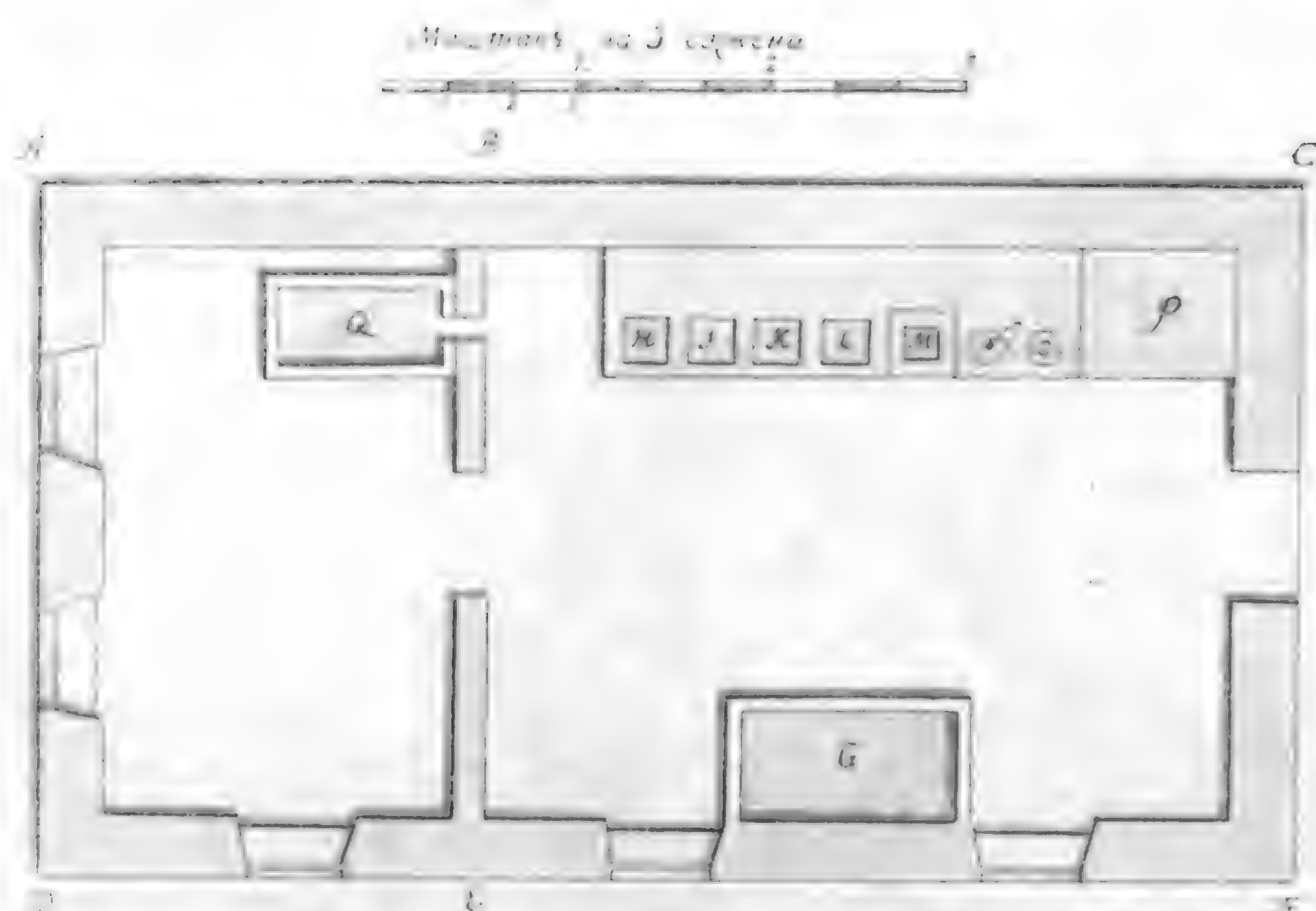
Кроме здания самой лаборатории, надо вкратце описать то, что необходимо для воспроизведения химических операций, а именно: 1) печи, 2) посуду, 3) инструменты, 4) материалы.

§ 131

Лаборатория должна быть: 1) достаточно просторна и разделена на несколько помещений со шкапами, чтобы можно было свободно производить все операции и хранить в удобных местах химическую посуду; 2) безопасна в пожарном отношении, поэтому выстроена из кирпича или из камня и выведена сводом; 3) снабжена большой трубой, чтобы обеспечить легкий выход вредным дымам и испарениям.

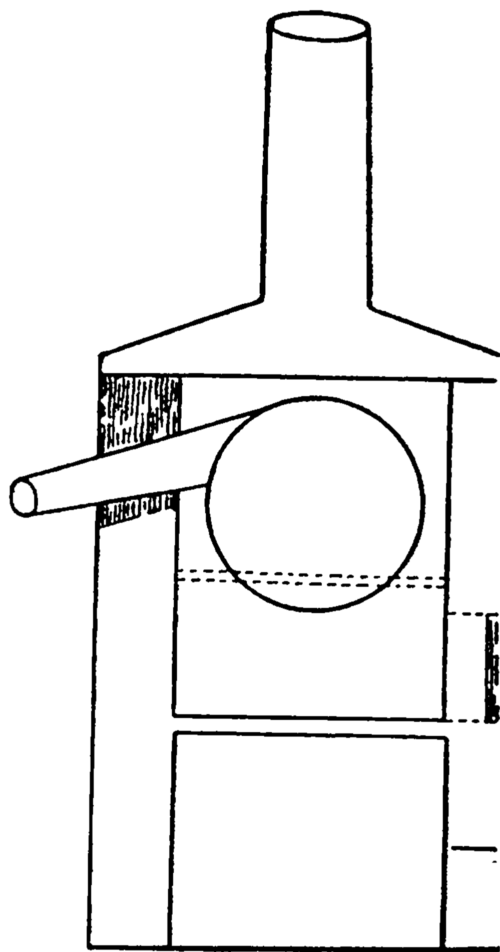
§ 132

Академическая лаборатория, выстроенная щедротами государыни в 1748 году в ботаническом саду из кирпича под моим наблюдением, устроена, как представлено на плане[9] [фиг. 1]. *AAAA* есть сама лаборатория; *B* — камера, пригодная для взвешивания материй, разделе-



[Фиг. 1]

ния их и т. д.; *C* — другая камера, приспособленная для хранения посуды, которая не всегда в употреблении; *ДДДД* — четыре столба, поддерживающие дымовую трубу лаборатории; *EEEE* — фундаменты печей; *F* — печь для согревания камеры *B* зимою; *GGGG* — помещения для хранения материалов сырых и произведенных химиею, *HHH* — шкапы для посуды, которая в лаборатории должна быть под рукою; *K* — лестница, ведущая на чердак, где хранится запас химической посуды.



§ 133

В лаборатории, предназначенной прежде всего для открытия физических истин при посредстве химии, требуется не больше такого количества печей, какое достаточно для более общих операций, и не превышающих того размера, при котором они могут вместить достаточно материи для производства опытов: ведь эти труды предпринимаются не для получения выгоды, но ради науки. Химик не может быть в достаточной мере осмотрителен, если поставит опыты в количестве, превышающем то, какое может быть охвачено вниманием его мысли.

§ 134

В нашей лаборатории девять печей [10], которых нам достаточно, а именно: 1) *ll* — плавильная печь, 2) *mm* — пробирная печь, 3) *nn* — вторая плавильная печь, 4) *oo* — перегонная печь, 5) *pp* — печь с сильным дутьем, 6) *qq* — финифтяная печь, 7) *rr* — обжигательная печь, 8) *ss* — печь для варки стекла, 9) *tttt* — печь для дигерирования или атанор с банею. Кроме этих печей, могут быть применены переносные печи, если они потребуются.

§ 135

Мы озаботились устроить две плавильные печи *ll* и *nn* одинаковой величины, ввиду многообразного и ежедневного их употребления, ибо все химические операции, производящиеся огнем, можно в них осуществлять надлежащим образом, если потребует необходимость. В этих печах всегда производится плавление, прокаливание, препарация, закалка, отваривание, амальгамация, цементация, восстановление, детонация и сжигание.

§ 136

Пробирная печь *mm* выстроена с внутренней печкою, окруженной углями, отверстие которой видно через наружную стенку и затворяется сдвижными железными дверцами. Наружные стенки печи сделаны из толстой железной пластины и покрыты огнеупорной глиной. Внутренние печи — гончарной работы из огнеупорной жирной земли и поддерживаются железными стержнями, обмазанными глиною. Кроме купелляции, для которой этот род печей специально предназначен, в ней могут очень удобно производиться все операции, при которых необходим один жар, без пламени (§ 39), и могут наблюдаться соответствующие явления.

§ 137

Перегонная печь имеет два устья: через одно вставляется реторта, после чего оно закрывается кирпичами, так что высовывается только горло реторты, к которому приставляют приемник; заднее устье служит для подкладки углей. Эта печь, кроме перегонки, удобна для производства разных опытов остекловывания помощью огня углей, причем горшки со смесью укрепляются глиной на открытом треножнике.

Глава 9

О СПОСОБЕ ИЗЛОЖЕНИЯ ФИЗИЧЕСКОЙ ХИМИИ

§

Изложив в предыдущем коротко то, что касается собственно химии,— а это сделано для того, чтобы, приступая к исследованию смешанных тел, вы имели в уме как бы картину их общих свойств, важнейших родов их, средств и способов обращения с ними и прочего, сюда относящегося,— мы переходим к тому, что надо призвать из физики в химию, что можно к ней присоединить, чтобы обе науки благодаря взаимной помощи получили большее развитие и в каждой пролился бы более яркий свет.

§

После ознакомления со смешанными телами при помощи химических операций химики обыкновенно довольствуются тем познанием составных частей тела, которое дается этим способом, и не ищут других путей в их сокровенные глубины; а между тем физика, вооруженная законами математики, указывает их множество. Частные качества, как мы показали (§ 8), происходят от смешения, и химики обычно поглощены тем, что создают новые частные качества в телах, изменяя смешение. Так как химическими операциями изучается именно смешение, то разум требует не проходить мимо качеств, не исследовав их, когда требуется ясное познание вещей; ведь бессмысленно допытываться причины вещей, недостаточно познакомившись с самими вещами. Необходимо поэтому ясно познавать частные качества каждого смешанного тела, подвергаемого химическому исследованию, и, насколько возможно, точно определить и отметить, чтобы — когда будут познаны, при помощи операций, составные части — можно было наблюдать, в чем, насколько и каким образом изменяется данное качество от перемены известной составной части, и чтобы из взаимного соответствия того и другого уяснилась природа одного и истинная причина другого.

§

Среди частных качеств первым является проявляющееся различно в каждом теле: это — удельный вес. Наиболее известные физики оставили уже достаточно точные его определения; однако до сих пор остается очень много тел, еще не подвергнутых гидростатическому взвешиванию, которые однако заслуживают этого предпочтительно перед другими, уже взвешенными. А затем у некоторых взвешенных тел осталась под сомнением чистота их, и не отмечены некоторые обстоятельства. Поэтому мы должны все, что будет нам встречаться в этом курсе,— и смешанные тела, и их составные части, все, что можно помещать в сосуды и трогать руками,— гидростатически взвешивать и тщательно отмечать при этом все обстоятельства и присоединять это к каждой операции, которой будет подвергнуто тело.

§

После удельного веса идет сцепление частей, из которых состоят смешанные тела. Это, правда, изучено для некоторых тел, особенно ковких, путем подвешивания грузов. Но насколько различная степень теплоты производит изменение сцепления частей, можно совершенно ясно видеть по плавлению твердых тел и из следующих наших опытов; поэтому прежние опыты не свободны от некоторой недостоверности. К тому же не отмечалось время, которое протекало между наложением последнего груза и моментом разрыва, а это было бы очень важно отметить, так как если наложенный последний груз чуть больше, чем требуется, то проволока мгновенно обрывается, а если чуть меньше, то проволока последовательно утончается и потом уже разрывается. Какие приемы и какие инструменты мы придумали для того, чтобы более точно, чем до сих пор, определять сцепление между частями смешанных тел всякого рода, будет видно в следующей главе.

§

Различные степени теплоты, которые тела могут воспринять по своей природе...

Перевод *Б. Н. Меншуткина*

11

СЛОВО О ЯВЛЕНИЯХ ВОЗДУШНЫХ, ОТ ЭЛЕКТРИЧЕСКОЙ СИЛЫ ПРОИСХОДЯЩИХ, ПРЕДЛОЖЕННОЕ ОТ МИХАЙЛА ЛОМОНОСОВА

У древних стихотворцев обычай был, слушатели, что от призывания богов или от похвалы между богами вмещенных героев стихи свои начинали, дабы слогу своему приобрести больше красоты и силы; сему я последовать в начинании нынешнего моего слова рассудил за благо. Приступая к предложению материи, которая не токмо сама собою многотрудна и неисчетными претркновениями превязана, но сверх того скоропостижным поражением трудолюбивого рачений наших сообщника[1] много прежнего ужаснее казаться может, к очищению оного мрака, который, как думаю, смутным сим роком внесен в мысли ваши, бо́льшую плодовитость остроумия, тончайшее проницание рассуждения, изобильнейшее богатство слова иметь я должен, нежели вы от меня чаять можете. Итак, дабы слову моему приобретена была важность и сила и взошло бы любезное сияние к изведению из помрачения прежнего достоинства предлагаемой вещи, употреблю имя героя, которого едино воспоминание во всех народах и языках внимание и благоговение возбуждает. Дела Петра Великого по всей подсолнечной устами рода человеческого проповедуются, и по целой Российского самодержавства обширности в государственных советах важность и в дру-

жеских разговорах святость повествованием их рождается. Того ради здесь ли толикого имени величество со благоговением не вспомянем, где не токмо слово мое силы и важности требует, но и от целого сего собрания изъявление благодарных сердец к своему основателю по справедливости быть должно. Ибо между многочисленными великого государя великими делами сия в нашем отечестве наук обитель, невероятною и почти божественною его премудростию основанная, была главное его попечение. О сем всяк не сомневается, кто неизмеримую наук пользу, в просвещении народа широко распростирающуюся, беспристрастным рассуждением мерит, или в бозе почивающего государя горячее рачение изведать учения и в отечестве распространить самолично видел и удивлялся или громкостию славы уверен чудился. Ибо монарх, к великим делам рожденный, когда новое войско против неприятеля поставить, новым флотом занять море, новым величеством законов умножить правосудия святость, новыми стенами укрепить городы, новыми грамотами и вольностьми поощрить купечества и художеств прилежание и, словом, всех подданных нравы исправить и целое отечество якобы снова родить намерился,— тогда усмотрел ясно, что ни полков, ни городов надежно укрепить, ни кораблей построить и безопасно пустить в море, не употребляя математики, ни оружия, ни огнедышащих махин, ни лекарств поврежденным в сражении воинам без физики приготовить, ни законов, ни судов правости, ни честности нравов без учения философии и красноречия ввести, и, словом, ни во время войны государству надлежащего защищения, ни во время мира украшения без вспоможения наук приобрести невозможно. Того ради не токмо людей, всякими науками и художествами знатных, превеликими награждениями и ласковым и безопасным в Россию приятием из дальных земель призвал, не токмо во все европейские государства и городы, академиями, гимназиями, военными училищами и художников искусством славные, избранных юношей пчелам подобное множество рассыпал, но и сам, всех общий пример и предводитель, паче обыкновения других государей, неоднократно удаляясь из отечества, в Германии, Франции, Англии и Голандии, пылая сниканием знаний, странствовал. В оных путешествиях было ли какое ученых людей общество, ко-

торое бы он миновал и не почтил своим присутствием? Никак! Но сам в число их вписан быть не отказался [2]. Было ли где великолепное узорочных вещей собрание, или изобильная библиотека, или почтенных художеств произведение, которых бы он не видел, и всего взору своего достойного не выспросил и не высмотрел. Был ли тогда человек, учения славою знатный, которого бы великий сей гость не посетил и, насладясь его ученым разговором, благодеянием не украсил. Коль великие употребил иждивения на приобретение вещей драгоценных, многообразною натуры и художества хитростию произведенных, которые к распространению наук в отечестве удобны быть казались! Какие обещал воздаяния, ежели кто великое что или новое в исследовании натуры либо искусства знание за собою сказывал или изобрести обещался! Всего сего хотя немало очевидных свидетелей, здесь присутствующих, видим, но сверх оных то же свидетельствуют многие махины, неутомимою рукою августейшего художника устроенные. Свидетельствуют великие корабли, твердые крепости и пристани, которых начертание и строение его начинанием и предводительством скоро и безопасно учинились. Свидетельствуют военные и гражданские училища, его попечением учрежденные. Свидетель есть сия наук Академия, толь многими тысящами книг, толиким множеством естественных и художественных чудес снабденная и призванием славных во всякого рода учении мужей основанная. Наконец, свидетельствуют и самые оные орудия, к произвождению разных математических действий удобные, следовавшие ему во всех его путешествиях. Ибо когда Азовского, Белого, Балтийского, Каспийского моря волны покрывал флотом, когда чрез Ливонию, Финляндию, Польшу, Померанию, Пруссию, Данию, Швецию победитель и защититель предводил свое воинство, когда преходил Дунайские степи и знойные Персидские пустыни,— везде оные орудия, везде людей ученых имел с собою. Из сего всего явствует, что он для толь великих дел употребить был должен все роды учений, а оные никем другим, кроме его, не могли употреблены быть с толь великою пользою. Итак, когда употребление наук не токмо в добром управлении государства, но и в обновлении, по примеру Петра Великого, весьма пространно, того ради истинным сим доказательством уверенным нам

быть должно, что оных людей, которые бедственными трудами или паче исполинскою смелостию тайны естественные испытать тщатся, не надлежит почитать продерзкими, но мужественными и великодушными, нижé оставлять исследования натуры, хотя они скоропостижным роком живота лишились. Не устрашил ученых людей Плиний[3], в горячем пепеле огнедышащего Везувия погребенный, нижé отвратил пути их от шумящей внутренним огнем крутости. Смотрят по вся дни любопытные очи в глубокую и яд отрыгающую пропасть. Итак, не думаю, чтобы внезапным поражением нашего Рихмана натуру испытающие умы устрашились и электрической силы в воздухе законы изведывать перестали; но паче уповаю, что всё свое рачение на то положат, с пристойною осторожностию, дабы открылось, коим образом здравие человеческое от оных смертоносных ударов могло быть покрыто.

Посему и мне, о электрических явлениях на воздухе предлагающему, и вам, слушающим, много меньше опасаться должно; а особливо, что уже толь много учинено бедственных опытов, которые умолчать есть противно общей пользе человеческого рода. Сверх того мои рассуждения, кроме предприятой к предложению материи, включают в себе вообще многие вещи о переменах воздушных, которых знания нет ничего роду человеческому полезнее. Что больше от всевышнего божества смертному дано и позволено быть может, как чтобы он перемены погод мог предвидеть, что подлинно претрудно и едва постижимо быть кажется? Но бог всё за труды нам платит, все трудами от него приобрести возможно, чему ясный пример видим в предсказании течения светил небесных, которое чрез толь многие веки было сокровенно.

Того ради часто в свободные часы, смотря на небо, не без сожаления привожу на память, что многие главы натуральной науки и в малейших частях весьма ясно истолкованы, но знание воздушного круга[4] еще великою тьмою покрыто, которое, ежели бы на равном степени совершенства возвышено было, на котором прочие видим, коль бы великое приобретение тогда обществу человеческому воспоследовало,

всяк легко рассудит. Подлинно многие и почти бесчисленные наблюдения перемен и явлений, на воздухе бывающих, не токмо по всей Европе, но и в других частях света учинены от испытателей натуры и тиснением сообщены ученому свету, так чтобы нарочитой подлинности в предсказании погод уповать можно было, если бы инструментов, к сему делу изобретенных, несовершенство, обстоятельств разность, наблюдателей неравные рачения, наблюдений превеликое и беспорядочное множество всего размышления, всего рачения, всей остроумия и рассуждения силы не приводило в беспорядок, не отягощало и не угнетало. Итак, когда инструментов полное совершенство, обстоятельств точное знание, наблюдателей должная осторожность, наблюдений подробное расположение не токмо всем не доставали, но и от многих почти отчаяны были, того ради воздушные перемены не столько для истолкования оных, сколько для исполнения должности физиками наблюдаемы быть казались. В таком состоянии утомленна и почти умерщвленна была сия лучшая часть натуральной науки. Но всех наконец возбудило благополучие нашего веку и как бы некоторое знамя подняло, дабы добрую надежду об ней имели и всем рачением прилежали. Ускорили небеса дохновением своим труды испытающих натуру, когда ужасный оный смертным огнь, в гремящих облаках рожденный, с электрическими искрами, которые неусыпность их из тел выводить в наши дни научилась, кроме чаяния сродственен быть ясно объявили. Оттуда естественных таинств исследователи мысли и сердца́ к размышлению о воздушных явлениях, а особливо о электрических, обратили. Оным я рассуждениями больше, нежели опытами, издалеча последуя, каковы учинил успехи, предложу кратко, как времени обстоятельство и ваша терпеливость понести может.

Двояким искусством электрическая сила в телах возбуждается: трением и теплотою, что физикам довольно известно. Явления и законы, которые электрическою силою, в недре натуры рожденною, производятся, совершенно сходствуют с теми, которые показывают искусством учиненные опыты. Но как натура в произвождении многообразных дел тщива и расточительна, а в причинах их скупа и бережлива, и сверх того те же и одинакие действия тем же одним причинам приписывать

должно, того ради нет сомнения, что натуральной в воздухе электрической силы суть те же причины, то есть трение или теплота, розно или совокупно. Но кто сомневается о том, что летающие по воздуху пары солнцем нагреться и течением воздуха между собою тереться могут? Разве тот, кто о солнечных лучах и о поворотливой воздуха природе не уверен. Итак, что от теплоты и трения паров электрическая сила в воздухе родиться может, то весьма вероятно; для того рассмотреть должно, подлинно ли сие таким образом бывает и, во-первых, грением лучей солнечных? О верхних парах не так смело сказать, как о материях, находящихся близ земной поверхности, не считая Боиловых примечаний[5], угадывать из свойств некоторых трав можно, которые они всегда имеют. Миновать бы мне надлежало солнечники, которые древних стихотворцев баснями больше славны, нежели утверждены верностию натуральной истории писателей, что они последуют течению солнца, которое свойство не всегда в них наблюдается; однако умножает в сем подобие правды других прозябений чудное с течением солнца согласие. Повседневного искусства утверждено доказательством, что многие травы, имев отворенные во весь день листы, по захождении солнца их затворяют и по восхождении снова разжимают. Итак, не без основания здесь то же думать можно, что случается тонким нитям, к электрической махине привешенным, которые, возбуждены электрическою силою, одна от другой расшибаются и конический вид представляют; кроме того, висят одна подле другой к землй прямо. Умножается, сверх сего, вероятность рассмотрением приятного оного и чудесного натуры действия, которому в новом американском деревце, сенситивою[6] называемом, дивимся. Ибо кроме того, что при восхождении и по захождении солнца подобные показывает перемены, еще от прикосновения руки опуская и стягивая листы, как некоторым мановением, кажется, намекает, что приложением перста электрическая сила у него отнимается, отношением паки возвращается, и листы помалу подымаются и расширяются. Подлинно, что многие сомнительства к опровержению сей моей догадки предложены быть могут; однако и причины найдутся, которыми оные отвести справедливость позволит. Несходственно с законами электрической силы быть кажется,

если здесь без требуемых электрических подпор, то есть без подложения смолы, стекла или шелку, положить, что в помянутых деревцах рождается днем электрическая сила, также что оную электрический указатель[7] не всегда показывает, когда небо ясно, солнце знойно и сенситива и листы свои имеет отворены. На первое ответствовать можно, что коленца чувствующих солнца присутствие трав, смоляною материею жирные, вместо подпоры служат; на второе — это электрическая сила, которая натуральною теплотою производится, слабее искусством произведенной, и для того только в нежном сложении некоторых трав чувствительна. Впрочем, сие мое мнение не слабым, как кажется, доводом искусство подтверждает. Третьего числа минувшего августа чувствительную американскую траву на столе поставив, совокупил с электрическим прибором, когда солнце до западного касалось горизонта. Листы уже были сжаты, и от частого рук прикосновения опустились так, что чувствия ни единаго признака по многократном приложении перста не было видно. Но как махина приведена была в движение и в сенситиве электрическая сила стала действовать, ударяя в перст искрами, тогда листы хотя не отворились, однако от прикосновения руки́, много ниже опускались. Сей опыт многократным повторением не без приятного удивления уверил, что возбуждением электрической силы сенситива больше оживляется и что ее чувствование с оною некоторое сродство имеет.

Многие и различные сего рода опыты над травами, восхождение и захождение солнца чувствующими, предприяты быть могут для лучшего исследования истины, но времени краткость к предложению прочей материи сего сло́ва меня от того удержала.

Что трение паров на воздухе приключиться и произвести электрическую силу может, о том нет ни единого сомнения. Ныне рассмотреть должно, бывает ли сие в самом деле и каким образом? Размышляя о сем, привожу на мысль, что трению паров через встречное сражение оных быть должно; встречному сражению не отынуда воспоследовать, как от противных течений воздуха, в котором оные пары держатся. Движения его в атмосфере весьма частые и почти всегдашние бывают те, которые параллельным по земной поверхности направле-

нием от разных сторон происходят, то есть разные ветров дыхания. Но чтобы ветры производили электрическую силу в воздухе, того никоею мерою утвердить невозможно. Ибо, что в небытность другого обыкновенно бывает и, напротив того, в присутствии и приближении его не приключается, то не может быть ни причиною, ни действием оного[8]. Сим несходством ветры и электрическую силу по большей части и почти всегда время разделяет. Когда отягощенные молниею тучи ни случаются, почти всегда ясная и тихая погода перед ними бывает. Вихри и внезапные бурные дыхания, с громом и молниею бывающие, без сомнения от оных туч рождаются. Противным образом, когда стремительные ветров течения целые земли провевают и нередко над одним местом в противоположенные стороны дышат, что по движению облаков познается, тогда должно бы им было между собою пресильно сражаться и тереться, следовательно, в облачную и ветреную погоду блистать молнии, греметь грому или хотя признакам на электрическом указателе являться, если бы сии движения атмосферы были источник происходящей в воздухе электрической силы. Но сие едва когда случается. Итак, несомнительным уверяемся доказательством, что все движения воздуха, с горизонтом параллельные, то есть ветры, с которой бы они стороны движение свое ни имели, не бывают началом и основанием грома и молнии. Но движения воздуха, скажет кто, к сражению и к электрическому паров трению необходимо потребны, а кроме ветров никаких нет, чувствами нашими досягаемых. То самая правда. Однако и электрического огня действие и сродство оного с молниею чрез столько веков не было испытано. «Натура не все свои священнодействия купно поручает,— рассуждает Сенека[9].— Мы чаем уже быть себя посвященных, когда токмо еще в притворе обращаемся. Оные таинства не без рассмотрения каждому отверсты, но удалены и заключены во внутреннем святилище. Много к будущим векам, когда память наша исчезнет, оставлено; из чего иное нынешним временем, иное после нас грядущим откроется; долговременно великие дела рождаются, а особливо ежели труд прекратится». О сем сановитого философ предвещании, в наши времена приключившемся, радуемся и, кроме прочих преславных изобретений, электрической силе чудимся.

которая, когда молнии сродственна быть открылась, всех удивление превысила.

Великой истинно и праведной славы достигли те, которым толь сокровенные в натуре тайные старанием, или хотя и ненарочно, открыть приключилось и которых стопам последовать не за последнюю похвалу почитать должно. Того ради и я некоторую благодарность заслужить себе уповаю, когда движения воздуха, о которых, сколько мне известно, нет еще ясного и подробного познания, или, по последней мере, толь обстоятельного истолкования, какого они достойны, когда движения воздуха, к горизонту перпендикулярные, на ясный полдень выведу, которые не токмо гремящей на воздухе электрической силы, но и многих других явлений в атмосфере и вне оной суть источник и начало. Сие дабы представить порядочно, оным путем буду следовать, которого мои размышления в испытании и в изобретении оных движений и явлений держались.

Часто я тому дивился, когда приметил, что зимним временем, по растворении воздуха, в котором снег тает, внезапно ужасные наступают морозы, которые по нескольких часах ртуть в термометре от третьего или пятого градуса выше предела замерзания, за тридцать ниже оного предела опускают, и в самое то время пространство больше ста миль во все стороны занимают, о чем слухом тогда довольно увериться можно. Потом, сравняя сие с зимами 1709 и 1740 года, которые почти по всей Европе свирепствовали, еще больше чудился и больше возымел охоты изыскивать причину толь крутой перемены. Чуднее всего быть казалось сие особливо, что оттепели почти всегда с дыханием и скорым стремлением ветра в пасмурную погоду случаются; мороз, напротив того, после утихнувших ветров с ясностию неба жестокость свою показывать начинает. Оттепелей причина из происхождения и натуры ветров, которые мягким воздухом дышат, довольно явствует. Ибо по повседневным примечаниям известно, что жестокость мороза в воздухе из глубины моря дышащими бурями умягчается. Так, в Санктпетербурге от равноденственного запада, у города Архангельского от севера и от летнего запада, в Охотске на берегу Пенжинского моря [10] от равноденственного и зимнего востока [11] дышащие ветры свирепость

зимнего холоду укрочают, принося дождливую погоду. Сея же ради причины Британния, чрез которую никакие другие ветры, кроме морских, дыхать не могут, кротчае чувствует зиму, нежели другие европейские земли, лежащие под тем же с нею климатом [12]. Подобным образом в Камчатке, от полудни, востока и запада морским ветрам подлежащей, от севера высокими горами покрытой, редко сильные морозы приключаются; между тем среди Сибири лежащие земли под тою же с нею широтою чрез всю зиму проницательный мороз терпят и редко оттепели имеют. Ибо открытых морей, к европейским и асийским берегам приливающихся, безмерно великое расстояние, Северный океан, всегдашним льдом покрытый, с полудни великие и снегом седые горы, которые Сибирь от Индии отделяют, отвсюду теплое дыхание зимою пресекают. Тому дивиться не должно, что ветры, с открытого моря зимою дышащие, оттепель с собою на землю приносят; ибо опытами исследовано, что морская вода и под льдом не прохлаждается ниже предела замерзания, что и жидкость ее засвидетельствует: ибо выставленная в сосуде на мороз, ежели ниже третьего градуса под предел замерзания ртуть опуститься принудит, тогда в лед превращается. Со здравым рассуждением согласно есть, что жидкость морской воды и градус термометра выше или около предела замерзания сохраняется для великого пространства моря и для подземной теплоты, которая сквозь дно морское отдыхает. Итак, открытые моря и от льду свободные в лежащий на себе воздух больше теплоты сообщают, нежели матерая земля, мерзлым запертая черепом и засыпанная глубокими снегами, сквозь которые дыханию подземной теплоты путь затворен.

Итак, что дышащим с моря ветрам на сухом пути зимою следует, из наблюдений и из свойств самой вещи явствует; для того рассмотреть осталось, чему быть должно, когда морские ветры веять перестанут? Напрягая на оные внимание, представляю разность теплоты и густости между нижним воздухом и между тем, который вверху обращается. Что больше теплота здесь, нежели вверху, или по общему понятию сказать, сильнее стужа зимою бывает над облаками, нежели ниже их у земной поверхности, сие есть рассуждением исследованная, искусством изведанная и согласием воздушных явлений утвержденная прав-

да. И, во-первых, тела единого рода, которые гуще, больше теплоты на себя принимают, нежели те, которые реже [13]. И сие есть сильное доказательство, что самая верхняя часть атмосферы много меньше от солнца нагревается, нежели нижняя, средняя по мере отдаления и других обстоятельств растворяется. Сверх сего, нагревшаяся от солнца земная поверхность и возвращающиеся от ней лучи больше в нижней, нежели в средней и верхней атмосфере, действуют. Сим рассуждениям способствует частого искусства верность. Град летний и оледеневшие верхи гор высоких истину пред очи представляют и нам внушают, что середи самого лета не весьма высоко над головами нашими надстоит всегда сильныя зимы строгость. С охотою воспомяну здесь труды мужей славных [14], которые, для испытания натуры безмерного пространства переплыв море и широкие преодолев пустыни, в прекрасные места Перуанские достигли. Не лугов, не садов приятностию там удерживаяся, кротостию неба долго наслаждались, но высоких гор каменистые верхи превышая, для измерения шара земного, много стужи претерпели и поту пролили. Долговременным и бедственным их искусством и точным исчислением доказано, что на известной и определенной вышине всея атмосферы жестокий и беспрерывный мороз господствует и высоких гор верхи вечным снегом покрыты содержит. Мера, которая от морской поверхности до снежного атмосферы предела простирается, убывает тем больше, чем далее есть расстояние от экватора, и наконец за полярными кругами уничтожается, так что снежный предел с поверхностию океана соединяется. Коль напряженна есть холоду сила в оной части атмосферы, из следующих явствует. И, во-первых, славные земного шара измерители выше снежного предела в средней части атмосферы толь лютый мороз претерпели, которого едва больше в наших странах середи зимы обыкновенно случаются. Сие когда под самым экватором беспрестанно продолжается, то коль великая стужи сила в нашем климате около той же вышины свирепствует — легко заключить можно. Сие рассуждение подтверждается прилежнейшим рассмотрением града. Ибо снежное ядро, которое ледовою скорлупою каждый града шарик в себе заключает, в холодной снежной части атмосферы без сомнения рождение свое имеет; ледовые корки во время падения

его сквозь разные дождевных облаков слои прирастают, ужасною стужею, которую снежные ядра в себе имеют, примерзая. Рассуждающим прекраткое падение время и от скорости происходящее с воздухом трение едва возможно быть покажется, чтобы новым водяных паров примерзанием до такой величины падающий град вырос, которая иногда палец в диаметре имеет; однако сие подлинно происходит и ясно показывает ужасный мороз, который на высоте в снежном ядре опускающегося града рождается. Но сие случается летом, что же должно быть зимою? Свидетельствуют места сибирские, под тою же с ними широтою лежащие, но далее сверх морского горизонта возвышенные. Город Енисейск от устья реки, от которой он имя получил, больше 1500 верст отстоящий, превышает поверхность океана около 100 сажен, ежели вообще положить падение к долготе течения как 1 к 7000, то есть на каждую версту по полуфуту. В помянутом месте толь великая стужа нередко случается, что ртуть в термометре упадает до 131 градуса ниже предела замерзания[15]. Посему нет сомнения, что равная стужи сила на равной или, пускай, на большей вышине зимою над нами обращается. В таком состоянии положим, что нижний воздух после дыхания морского ветра имеет теплоту четыре градуса выше предела замерзания, а на вышине одной версты — мороз, оному енисейскому равный; будет между обоими разность 135 градусов[16]. Из многократно учиненных мною опытов и по исчислению выходит, что верхний воздух в сем случае должен быть гуще нижнего четвертою долею[17]. Подлинно, что нижнего воздуха густость растет от давления лежащей на нем всей верхней атмосферы; однако для сей причины умаление густоты верхнего воздуха в вышине ста сажен не превосходит одной сорок осьмой доли, а на двухстах сажен 1/24, считая на одну линею барометра 15 сажен[18]. Оттуду явствует, что нижняя атмосфера часто бывает реже и пропорционально легче, нежели верхняя. Сему состоянию воздуха что воспоследовать должно, довольно явствует из аэрометрических правил и утверждается примерами. Истолковано мною прежде сего движение воздуха в рудокопных ямах[19], от разной густости происходящее, где в 50 и меньше саженях течение оного от подобных причин бывает. Сверх сего и в домах зимним временем теплый воздух при печах поды-

мается, холодный при окнах оседает, что по движению дыма легко усмотреть можно. Итак, на толь ли знатной вышине, которая на 100 или 200 сажен простирается, воздух, нижнего тягостию много превосходящий, противу естественных законов удержаться может? Опускается и помалу мешается с нижним, жестокий мороз на нас проливая. Без чувствительного дыхания оседает для того, что в одну секунду едва на несколько дюймов движется, когда в два часа на 100 или 200 сажен опустится, борясь с восходящим ему навстречу. Признак или, лучше, действие оных движений в воздухе весьма ясно оказывается смешением дыма, который из труб выходит: ибо воздух, который от огня с дымом вставает, всегда бывает много теплее и реже прочего; для того и в летнее время до нарочитой вышины восходит, пока, получив один градус теплоты с прочим, перестает всходить выше. Того ради в зимние дни восхождение дыма должно быть скорее и выше, нежели летом; однако многократно совсем противное тому случается, и дым, из трубы выходя, больше книзу, нежели кверху, простирается, на самом выходе разбиваясь, от чего дымовая мгла от верху домов до земли простирается. Сие, что не от морозов и чрезвычайной густости воздуха происходит, явствует отсюда, что в продолжение чрез несколько дней морозу дым не токмо до земли досягающего тумана не производит, но и, далее обыкновенной меры восходя, высоких дерев вид в тихом воздухе изображает. Второе действие сих движений есть неба ясность; ибо хотя здесь густоте воздуха много приписать должно, однако восхождением купно и погружением оного облака по большей обширности разделяются, тончают и исчезают. И так рождаются внезапные зимою морозы погружением к нам средней атмосферы. И для того чудным делом перестает сие казаться, что без всякого дыхания ветра начинается.

Подобные погружения средней атмосферы в нижнюю и летом быть должны, в чем склонное к тому расположение воздуха довольно уверяет. Ибо положим, что воздух, который к произведению летом града доволен, на вышине трехсот сажен находится и стужу 50 градусов ниже предела замерзания в себе имеет, что по всякой справедливости утверждать можно; в то же время в нижней атмосфере близ земли до 40

или 50 градусов выше оного предела воздух согрелся: то будет по моим опытам и исчислению густость верхнего воздуха против густости нижнего, как 6 против 5[a]; а давлением верхнего сжат нижний и стал гуще верхнего около одной десятой доли. В сем состоянии, по незыблемым естества законам, верхней части атмосферы должно опуститься в нижнюю и толь глубоко погрузиться, поколе, перемешавшись с теплым воздухом, в равновесии остановится. Сему восходящего и нисходящего воздуха течению толь часто должно приключаться, коль часто тягость высшей атмосферы превосходит вес нижния; сверх сего, нижний воздух должен верхнему встречаться и с оным сражаться на разной вышине и разным стремлением, по мере вышины и разности теплоты и густости; наконец, надлежит сему удобнее приключаться тогда, когда сильным летним зноем поверхность земная нагорев, лежащий на себе воздух греет и расширяет, между тем над облаками превеликая стужа среднюю часть атмосферы стесняет.

Уже довольно явствует, какие движения воздуха, кроме дыхания ветров, электрическое трение произвести могут; итак, останется исследовать, есть ли на воздухе те материи и так ли расположены, чтобы встречным их движением возбуждена быть могла электрическая сила. Двоякого рода материи к сему требуются:[20] первое те, в коих электрическая сила рождается; второе — которые рожденную в себя принимают. Между сими электрическую силу крепче всех вода в себя вбирает, которая безмерное множество в воздухе обращается, что обильные дожди свидетельствуют, которые особливо в самое то время случаются, когда воздух показывает в себе электрическую силу. В числе тел, в которых она трением взбуждается, великое действие производят жирные материи, которые пламенем загореться могут. Сего рода частиц о великом множестве в воздухе сугубым доводом удостоверяемся. Во-первых, нечувствительное исхождение из тела паров, квашение и согнитие растущих и животных по всей земли; сожжение материи для защищения нашего тела от стужи, для приуготовления пищи, для произведения различного множества вещей чрез искусство в жизни

[a] *Так в подлиннике.*

потребных; сверх того, домов, сел, городов и великих лесов пожары; наконец, огнедышащих гор беспрестанное курение и частое отрыгание ярого пламени коль ужасное количество жирной горючей материи по воздуху рассыпают, то удобно выразуметь можно [21]. Второе — преизобильное ращение тучных дерев, которые на бесплодном песку корень свой утвердили, ясно изъявляет, что жирными листами жирный тук в себя из воздуха впивают: ибо из бессочного песку столько смоляной материи в себя получить им невозможно. Итак, имеем и материи на воздухе обоего рода, к произведению электрического трения удобные; того ради испытать надлежит уже способ, которым они встречаются, сражаются, трутся.

Из неложных химических опытов известно, что летучие материи по разности своей природы легкостию и скоростию поднимания между собою разнятся, так что горючие чистые пары выше восходят, нежели водяные. Сие когда на малой вышине, каковую имеют химические сосуды, всегда бывает, что оные по разности возвышения разделить можно, то нет никакого сомнения, что горючих паров духи много выше в пространной атмосфере восходят и, от водяных отделясь, над ними собираются. Горючих тонких паров суть два рода известны: один с водою свободно соединяется и назван просто двойною водкою; другой в свое соединение воды не допускает и эфирного масла имя получил от химиков. Первый, когда кверху восходит, в облаках с водяными частицами сцепясь соединяется и едва выше оных восходит; другой род жирностию от водяных паров избегает и поднимается выше их предела, что все с законами натуры согласно. Сверх того, с повседневным искусством сие сходствует, ибо часто два или три ряда облаков на разной вышине видим, по разной их легкости возвышенных. Посему нередко случиться должно, что над несколько рядами облаков, из водяных паров состоящих, другие пары жирного свойства в средней части атмосферы держатся и толь долго в ней висят, поколе равновесие густости воздуха продолжается. Но коль скоро силою теплоты нижний воздух расширится и реже станет, холодная и густая часть атмосферы опускаться вниз принуждена бывает и нижняя на ее место вверх подымается. Сих перемен явления мысленным очам вашим,

сколько из слова моего понять и, как сами видели, памятовать можете на речах представить кратко как можно постараюсь.

Когда большия тягости высшая атмосфера книзу опускается, не везде, горизонтальною равностию простираясь, осядает, но как разные обстоятельтва лучей солнечных, по положению облаков и по неравности земной поверхности разную редкость в воздухе производят[a]. И так в тех местах опускается книзу, где в тени горы или высокого здания, или густого облака воздух гуще и тяжелее; восходит кверху оттуду, где наклонением горы, к течению солнца обращенным, или сквозь облачные отверстия упирающими лучами нагреты. Того ради, когда громовые тучи прежде дождя всходят, тогда нижние облака по большей части кверху и книзу наподобие бугров выдвигаются, косматые пары к земли простираются, и завиваются кудрявые вихри, отворяются темные хляби, и сверху того, выше сих явлений ясное небо мрачною синевою покрывается. Все сии обстоятельства показывают, что, опускаясь, часть средней атмосферы, горючими парами наполненная и для того синим мраком ясность неба закрывающая, неравным своим погружением в нижние облака проницает и, сквозь них проходя, сражается со встречным воздухом. От утопающих верхних паров вниз, от восстающего снизу воздуха облаки кверху выгибаются, от чего всего витые и прямые протягиваются косы, особливо когда водяной облак горючим паром сквозь проломлен бывает.

Между тем жирные шарички горючих паров, которые ради разной природы с водяными слиться не могут и ради безмерной малости к свойствам твердого тела подходят, скорым встречным движением сражаются, трутся, электрическую силу рождают, которая распространяясь по облаку, весь оный занимает[22]. Странно, может быть, покажется, что толь маленькими шаричками толь ужасная сила производится; но дивиться перестанете, когда примете в рассуждение неисчислимое оных множество и водяной материи в облаке безмерную поверхность, разделением ее на мелкие частицы происшедшую. Ибо искусством изведано, что тела производной электрической силы чем больше поверх-

[a] *В подлиннике опечатка* производит.

ность того же количества материи имеют, тем большую силу на себя принимают [23]. Неоднократно от стеклянных шаров, к произведению электрической силы не очень способных, галуном обвитое железо производило нарочитое действие, которое, кроме того, едва чувствительно себя оказывало, оных же шаров касаясь. Подобным образом великие облака, на мелкие частицы и в тесном положении разделенные, ужасную оную на себя принимают силу, жестокие показывают действия и невероятными произведениями ум возмущают, которых главные истолковать по законам электрическим здесь намерение имею. Но прежде того общие громовых туч явления изъяснить постараюсь из моей теории, к показанию большия об ней вероятности.

Во-первых, довольно всем известно, что тяжкие громом и молниею тучи по большей части после полудни всходят и около третьего или четвертого часа случаются [24], когда действие солнца в согрении воздуха всех больше чувствительно. Сие обстоятельство с моим рассуждением сходствует. Ибо чем больше нижняя часть атмосферы нагревается, тем способнее верхняя в ней погружается. Которая меньше теплоты чувствует, меньше редеет. Сие удобно познать можно из повышения ртути в термометре и понижения в барометре, снося их между собою.

Кроме сего, из громовых туч часто град падает после великого зноя, что всем довольно известно. Итак, самим чувством осязания доказывается, что при наступлении электрического облака верхняя атмосфера весьма холодна и действие ее или и часть некоторая даже до нас простирается.

Когда лучи солнечные посредством туч пресекаются, в тени оных воздух прохладиться и сжаться должен. Того ради надлежало бы ему от краев тени к средине оной иметь движение. Подобное действие от приращения падающих дождевых капель должно воспоследовать, ибо влажные пары, в водяные капли соединяясь, великое множество воздуха в себя пожирают. Однако оное движение воздуха в средину тени едва ли когда случается; но больше противное тому от всех вас примечено почти всегда быть не сомневаюсь: ибо, наступая, отягощенные молниями облака не токмо стремительные дыхания пред собою посы-

дают, но и мимо проходя, в стороны сильные ветры испускают, после себя тишину по большей части оставляя. Откуду ж толикая река воздуху происхождение свое имеет? Ни отынуды, как давлением верхния атмосферы сжимаясь, нижняя во все стороны расшибается и в ту сторону больше всех стремится, где меньше всех сопротивления находит.

Сверх того, проливные дожди, которые внезапным воды падением, наподобие разлившейся реки, превеликие камни переворачивают, домы опровергают и во мгновение ока плодоносные поля опустошают, случаются во время грома и молнии. Чем больше доказано быть может погружение верхния атмосферы в нижнюю, как сею переменою? Опускается она, отягощена парами, соединяется с облаками нижния, изгущенныя воды множество обрушась, вниз стремится.

Наконец, в гористых местах чаще громы бывают и опаснее свирепствуют. Что хотя весьма известно, но еще больше сия правда подтверждается наблюдением, ишпанскими натуральных вещей испытателями учиненным. В перуанской провинции, называемой Квито, которая окружена отвсюду превысокими горами, простирающимися много выше снежного предела, престрашные и опасные громы не токмо здания, но и самые горы потрясают и все пресильными проливными дождями наводняют, приключаются всегда пополудни, чему утро ясным и тихим воздухом предходит; и таковыми пременами занимается почти четвертая часть года. Сие коль много с моею теориею сходствует, всяк ясно видеть может, коль скоро рассудит, что воздух в гористых местах равновесия почти никогда не имеет. Ибо он на обращенных к солнцу местах всплывать, в тени попружаться и тем самым холодную и тяжелую верхней атмосферы часть удобнее притягивать, движение ее ускорять и возбуждать много сильняе электрическую силу и к земли ближе придвигать должен.

По согласию толикого множества перемен и явлений уповаю, что сия моя теория стоит не на слабом основании. Того ради, оставив дальные рассуждения, которые употреблены быть могли к отвращению сомнительств, приступаю к воздушным переменам и явлениям, с громом купно бывающим, которые из свойств электрической силы изъяснены быть могут [25].

Во-первых, о виде молнии несколько предложить намерение имею. Обыкновенные блистаний виды два наблюдаются. Первый, красным огнем и излучинами устремлен, стреляет с громом, бурею и дождем; другой после захождения солнца около горизонта блещет, бледен, выше облаков, пространным сиянием без грому, при тихом и по большей части ясном воздухе, за редкими и тонкими облаками[26]. Электрический свет троякого рода известен. Первый в искре с треском, которая часто с излучиною и, по разности материи, разного цвету примечена, особливо когда натуральная электрическая сила в металлический прут приведена была из облака. Второй род — шипящий и холодный пламень, который особливо из завостроватых металлических концов приближенным материям встречается и который во время превеликого грома и молнии видел я шириною один, длиною три фута в своей горнице, бледного же, как обыкновенно, цвету, с шипением без треску. Третий род — бледный и слабый свет, который в весьма редком воздухе или в месте, воздуха отнюд не имеющем, над ртутью в барометре показывается и при исчезании электрической силы перерывно блещет в равные времени расстояния. Произведенные чрез искусство электрические искры, которые к приближившемуся персту с треском выскакивают, суть одного свойства с громовыми ударами, о чем никто не сомневается. Вечерние блистания, что просто зарницею называются, по-видимому, надлежат до третьего рода, затем что бывают в верхней атмосферы тонком воздухе и после громовых туч блещут бледным светом и, сверх того, в равное расстояние времени, что я неоднократно, считая по сороку секунд между каждым, приметил. Шипящий свет, который из завостроватых металлов выходит, с тем безвредным огнем заедино почесть должно, который иногда показывается на головах человеческих, как Виргилий[27] поет о Лавинии, также у римских солдат копья и у предводителей железные жезлы горели. Сюда же принадлежат огни, Кастор и Поллукс называемые, которые на корабельных райнах после грозы, по сказанию многих, с шипением являются[28].

Рассуждая кривизны и выгибы, которыми молния блещет, весьма за вероятно почитаю, что она спиральною линеею извивается; оттуду, по разному положению зрителей, выгибы, углы и кольца показывают-

ся. Сама сия о электрической силе на воздухе бывающей теория и общее искусство не слабые суть сего доводы, ибо, когда она рождается погружением верхнего воздуха, облака или воздух, водяными частицами напоенный, прорывается, которое действие наподобие сливающейся в скважину воды происходит; жирные пары, опускаясь сквозь водяные, вихрем вертятся и молнию к принятию подобного вида направляют. Сверх сего произведенная искусством сильная электрическая сила испускает искры, которые немало изогнуты быть кажутся. Из железа, натуральной электрической силы исполненного, нередко искры почти на целый дюйм к персту выскакивали и меня удостоверили, что они спиральной линеи часть собою представляют. Рассматривать искры тем удобнее было, что они, происходя во время сильной громовой тучи, почти беспрестанно продолжались, так что к приближенному персту наподобие источника с трясением, едва всей руке сносным, остро трещали. Первая искра была всегда сильнее и больше изогнутым стремлением ударяла. Остается еще упомянуть о громовой стреле, о которой многие сомневаются; однако вовсе оной отрицать я не смею, затем что сплавленная громовым ударом земляная материя оную произвести может. Сии суть мои рассуждения о громовых обыкновенных явлениях и обстоятельствах. Следуют те, которые реже бывают и тем больше в удивление приводят.

Известно в Италии в недавном времени учинилось, что громовые удары иногда из погребов выходили; и ради того причина оных совсем разная от электрической силы была назначена. Но сие явление по всему к электрической силе склоняется. Ибо, коль скоро электризованное тело приближается к другому, которое оной силы в себе не имеет, выскакивают из обоих искры встречу; однако сильнее из электризованного, нежели из того, которое оной силы еще не получило. Равным образом из погребов, которые состоят из твердой и влажной материи, к принятию производныя электрическия силы удобной, и, сверх сего, в землю опущены глубоко и ради того электрическому облаку превеликою силою противятся и противную искру, молнии подобную, встречу исходящей из облака выпускают.

Древних историй сказания и недавних очевидных свидетелей изве-

стия в том уверяют, что из громовых туч огонь на землю падает. Сей огонь по не весьма стремительному движению за особливый и от молнии разный почитать должно. Итак, здесь довольно явствует, что жирные пары, падением в кучу собравшись и загоревшись, на землю опускаются и чудным сим явлением рассуждениям моим соответствуют.

Немало есть свидетельств древних и новых, что гром гремел при ясном небе. Господина профессора Рихмана рок не во много разных обстоятельствах случился. Но сие удивительно быть перестало, когда мы уже уведали, что и при ясном небе воздух нередко имеет больше разного рода паров, нежели как иногда и в пасмурное время.

Что каменные дожди бывали, о том древние писатели оставили нам известия; и о бывших в недавные веки подобных чудесах в летописных книгах читаем, что по восхождении бурных туч, и громом и молниею отягощенных, ужасной величины камни кверху подняты, высокие дерева из кореня вырваны и каменные храмы опровержены были. Сие притяганию электрической силы без затруднения приписать можно, ибо, сравнив громовые удары и великую обширность электрической силы на воздухе с электрическими искрами, искусством произведенными, и с малою обширностию действия, удобно выразуметь можно, что сильнейшею и несравненно большею силою, в близости находящеюся, толь великие тела от земной поверхности отделены и на воздух взнесены быть могут.

Таковаго ужасного притягания прекрепкую силу не токмо земля, но и моря чувствуют. «Тифон[29] — превеликая мореплавателей опасность,— говорит Плиний[30],— спускает нечто, оторвав с собою из холодного облака, вьет и оборачивает, падение оного своею тягостию умножая, и место скорым вертением переменяет; не токмо райны, но и суда, обернув, ломает. Он же, ударением отразясь, похищенные тела наверх возносит и в высоту пожирает. Он же, когда, разгорячась и вспыхнув, пламенем свирепствует, Престер называется; все, чему прикасается, жжет и протирает». Подобное сему искусством утверждено в нынешние веки от плавающих по океану, под жарким поясом разливающемуся, что опускается из облака как бы столп некоторый к морской поверхности, которая ему встречу, как холм, подымается: в прибли-

жении кипит; тощий облачный столп внутре наподобие винта вертится. Наконец, в крупный проливной дождь рассыпается и со страшным гремением, как многих карет, которые по вымощенной камнем улице вдруг едут, в море проливается. Все сии явления и перемены, как у Плиния и у других описаны, из предложенной теории не токмо свободно истолкованы быть могут, но сверх того оную ж самую крепко доказывают. Опущение облачного столпа происходит от стремления верхнего погружающегося воздуха; винту подобная в нем полость сходствует во всем с истолкованием витого пути молнии, которое выше сего предложено; водяной холм, который выше морской поверхности восходит к облачному столпу, также что райны и суда разбитые кверху взметывает,— все сие происходит от притягания крепкой электрической силы; огонь в столпе есть горящая жирная материя. Потом, когда облачный столп к водяному бугру прикасается и электрическую силу, отдав морю, теряет, тогда от трясения великий треск, и потопляющий дождь с устремлением роет[31]. Здесь, уповаю, спросят, каким образом такое притягание без обыкновенного грома и молнии случается? На сие ответствуют мои наблюдения, чрез которые я изведал, что воздух часто имеет электрическую силу без блистания и гремения. Каким образом сие бывает, то в следующем течении сего слова истолковано будет; ибо в настоящем порядке требуется удивительнейшее всех и чуду подобное молнии действие, которое здесь истолковать можно.

Удивительно казалось, что тела, будучи подле тех, которые громом были ударены, без повреждения остались. Но удивление кончалось, коль скоро открылось, что оный электрическим правилам подвержен, и ради того тела первоначальной электрической силы[32] от его ударов удобно быть могут свободны. Однако оное чудо без истолкования по сие время оставлено, что материи первоначальной силы, сожжению подверженные,— шелк, воск и другие им подобные, от самых растопленных молниею металлов неповрежденны оставались. Ибо хотя шелк и воск от громового удара свободны, но когда содержащийся в них или к ним прикасающийся металл растопился, то должно бы им было растаять и сгореть прежде, нежели он простынул. Прямым огнем растопленный металл, а особливо твердый, такой градус огня на себя при-

нять должен, что и по возвращении твердого своего состояния толь долго раскален и так горяч бывает, что не токмо шелк или воск разрушить, но и дерево зажечь и пламень воспалить может. Итак, что делать? Разве приписать молнии прескорую силу разжигать и простужать металлы в одно и в то же самое мгновение ока? Но основание противоречия, сим боримое, и постоянные естественные законы, в произведении и в погашении огня тем нарушаемые, нам прекословят! Того ради не положить ли, что металлы тогда без настоящего огня холодные расплываются? По всякой справедливости! Ибо сколько в молнии огня есть, тем не токмо в мгновение ока металл растопить не можно, но нередко и самое сухое дерево от сильного удару не загорается и только раскалывается и раздирается. Самая великая сила грома состоит в том, чтобы части ударенного тела разделять ужасным действием от взаимного связания. Сие и произведенною чрез искусство электрическою силою происходит по мере ее малости. Ибо нить от металлического прута отгоняется, опилки расскакиваются, текущая из узкой скважины вода разделяется, расшибается, дождь конической фигуры падением представляет и мелкими каплями ясно объявляет, что возбужденная чрез искусство электрическая сила и малейшие тел частицы от взаимного союза гонит и силу их вязкости слабит. Из сего явствует, что союз малейших частиц тем больше ослабеть должен, чем больше будет электрическая сила и чем тело способнее есть в себя принять оную. Рассуждая неизмеримую натуральную силу и способность металлов, которою ее в себя принимают, весьма дивиться не должно, что их частицы действием оныя так от себя отгоняются, что, переменясь в жидкое состояние, в то мгновение ока металл расплывается, в которое удар происходит, и после сей действующей причины в соединение прежнего союза в нечувствительное время частицы возвращаются; и все сие происходит иногда без возбуждения такого огня, которым бы мог воск растаять. Когда удивительное сие холодное ударенных молнием металлов плавление, сим образом изъясняя, увидел быть с натурою сходственно и на то устремил свои мысли, тогда, привед на память прежние свои труды, не без увеселения увидел, что сообщенные ученому свету мои Размышления о причине теплоты с сею моею теориею весьма

сходствуют. Правда, по сие время еще я почитаю за доказанную многими доводами по возможности истину, что причина теплоты состоит в движении материи тел собственной[33], которая их составляет, которым движением все ее частицы около своих центров вертятся. Из сего следует, что посторонняя материя, которая содержится в нечувствительных скважинках между собственными тел частицами, может двигаться без произведения теплоты и огня. Утвердила правду моих размышлений электрическая материя, которая прескорое свое движение в холодных телах, в самом льде стремительными искрами показывает, о чем многократное искусство все сомнения отвращает. Когда произведением теплоты, то есть вертением частиц, тела составляющих, оные нагреваются, тогда отбивающая от центра сила напрягается, союз их слабеет, и твердые тела умножением огня растапливаются. Посему вероятно весьма, что подобным движением посторонняя электрическая материя сперва побуждается к произведению других движений и разных явлений. Ибо теплота и электрическая сила происходят от трения; теплота требует сильного к движению грубых, электрическая сила — нежного к побуждению тончайших частиц, чтобы около центров своих вертелись. Итак, во время стремительного вертения частиц электрической материи, обращающейся в нечувствительных скважинах металла, когда он громовою электрическою силою оживляется и когда составляющие металл частицы стоят тихо или мало движутся, и для того теплота металла ничего или мало умножается, тогда отбивающая от центра сила электрической материи в скважинках велика производится, оные расширяет, от союза частицы гонит, вязкость их ослабляет так, что металл расплывается.

Истолковав сии явления, уповаю, что я по возможности удовольствовал громовою теориею любопытство ваше; того ради к той части обращаюсь, в которой покушусь искать удобных способов к избавлению от смертоносных громовых ударов. Сим предприятием не уповаю, слушатели, чтобы в вас негодование или боязнь некоторая родилась. Ибо вы ведаете, что бог дал и диким зверям чувство и силу к своему защищению, человеку, сверх того, прозорливое рассуждение к предвидению и отвращению всего того, что жизнь его вредить может. Не одни мол-

нии из недра преизобилующия натуры на оную устремляются, но и многие иные: поветрия, наводнения, трясения земли, бури, которые не меньше нас повреждают, не меньше устрашают. И когда лекарствами от моровой язвы, плотинами от наводнений, крепкими основаниями от трясения земли и от бурь обороняемся и притом не думаем, якобы мы продерзостным усилованием гневу божию противились, того ради какую можем мы видеть причину, которая бы нам избавляться от громовых ударов запрещала? Почитают ли тех продерзкими и нечестивыми, которые ради презренного прибытка неизмеримые и бурями свирепствующие моря переезжают, зная, что им тоже удобно приключиться может, что прежде их многие или еще и родители их претерпели? Никоею мерою; но похваляются и еще сверх того всенародным молением в покровительство божие препоручаются. Посему должно ли тех почитать дерзностными и богопротивными, которые, для общей безопасности, к прославлению божия величества и премудрости величия дел его в натуре молнии и грома следуют? Никак! Мне кажется, что они еще особливою его щедротою пользуются, получая пребогатое за труды свои мздовоздаяние, то есть толь великих естественных чудес откровение. Отворено видим его святилище по открытии электрических действий в воздухе, и мановением натуры во внутренние входы призываемся! Еще ли стоять будем у порога и прекословием неосновательного предуверения удержимся? Никоею мерою; но, напротив того, сколько нам дано и позволено, далее простираться не престанем, осматривая все, к чему умное око проникнуть может.

Итак, посмотрим, сколько возможно, число, положение и действующую силу облаков, громовою электрическою силою тяжких. О сем рассуждающему, во-первых, на мысль приходит, что таковых облаков бывает иногда много, а иногда один только. В первом случае разные перемены по разному облаков положению бывают, ибо все электрическую силу получают или только некоторые. Первое не толь часто приключиться может, что по разной облаков вышине рассудить можно, и ежели когда случается, то разные градусы электрической силы ради разной вышины их быть должны. Посему возбужденная электрическая

сила в облаке, стоящем подле другого в близости, которое мало или ничего оной не имеет, между обоих производит искру с треском, то есть молнию и гром. Подобным образом и прочи облака, сообщая одно другому свою силу, толь долго между собою блещут и гремят, сколь долго электрическая сила в них продолжается, которая разными образы истощена быть может. Весьма часто бывает, что восхождению громовой тучи последует скоро острый треск искр из железной стрелы, не выше четырех сажен выставленной, из чего следует, что электрическая в облаках сила до земной поверхности простирается и принимается всякого рода телами, а особливо теми, которые завостроватые концы имеют, чрез что оная умаляется и продолжением времени вовсе изнуряется. Сие особливо тогда бывает, когда обширность электрического действия помалу тончает и больше слабеет, чем далее от облака своего простирается. Напротив того, когда предел электрической силы, к земле обращенной, в приближении ее круто кончится, так что выставленные стрелы ни единого не дают признаку, тогда случается, что облако земле свою силу круто искрою и треском, то есть молниею и громом, сообщает, ударяя в те тела, которые или всех ближе, или самой большой производной электрической суть силы. Отселе не без основания чаять можно, что оные тучи опаснее, которые между сильною молниею и громом на выставленной стреле ни единого электрического признаку не показывают. Из сего же следует, что по сравнению отхождения нити от металлического прута с расстоянием времени, которое между блеском и ударом продолжается, отдаления молнии определить невозможно. Сверх сего часто случиться может, что промежек, который разделяет электрическое облако от другого, неэлектрического, стоит прямо над нами, и для того происшедшая между ними искра и треск молнию и гром почти в одно время взору и слуху нашему сообщает. Между тем те, которые находятся под краями противных сражению сторон обоих облаков, гром позже слышат, видев в то же время с первыми молнию, и между собою ту разность приметить могут, что тот, который был под краем электрического облака, прежде молнии большую приметил от стрелы силу, нежели после оныя; напротив того, кто стоял под слабо или ничего не электризованным облаком, тот после удара

почувствовал умножение или токмо рождение оныя силы в металлическом пруте. Сверх сего, когда одно бесперерывное облако рождает в себе электрическую силу, и другие в таком будут отстоянии, что молнии произвести между собою не могут, того ради указатель электрический великую в воздухе силу показать может без всякого грома и молнии. Сие по разной величине, по фигуре и по числу и по положению облаков бесчисленными образы бывает; и посему тщетны быть кажутся те труды, которые в установлении законов для соглашения указателя с молниею полагаются. Того ради приступаю к изысканию самих тех способов, дабы громовые удары отвращать или от них укрываться было можно. Обое положением места и выставлением пристойных машин кажется воспоследовать может.

Что до положения надлежит, то в местах гористых тень опаснее быть кажется, по предложеной теории; ибо, в оную опускаясь, воздух электрическое облако ниже к ней приводит и притягивает вниз с собою. Следовательно, те места, которые прежде громовых туч солнечными лучами освещены и нагреты были, безопаснее теней почитать можно. Но сие собранием и снесением между собою громовых ударов, по разности мест, впредь лучше исследовано быть может. Сим рассуждениям подлежат тени и свет высоких домов и храмов и темные и холодные леса. Безопаснее всех кажутся подземные ходы, подобные рудникам горным; ибо кроме того, что возвышенные места больше громовым ударам подвержены, нежели низкие, никогда мне слышать или читать не случилось, чтобы в рудник ударила молния. Подтверждается сие примером, который нашел я в Фрейбергском летописце [34]. В 1556 году декабря 29 дня середи ночи взошла бурная громовая туча, которою в окрестных местах шестнадцать церквей молниею ударены и сожжены были; однако при том ни о едином повреждении рудников не упоминается, хотя ими тамошние горы везде и во все стороны прокопаны. Кемпфер в Японском путешествии пишет [35], что тамошний государь от восходящих громовых туч укрывается в подземные ходы со сводами, которые сверху великим и глубоким прудом покрыты. Ибо японцы в том стоят мнении, что сквозь водяную стихию небесный огонь проникнуть не может. Я рассуждаю, что сие убежище

хотя не по настоящему основанию и не по теории вымышлено, однако небесполезно, затем что вода громовую электрическую силу удобнее всего на себя принимает. И ежели в нее гром ударит (что часто бывает), то, по ней и по всему земному глобусу разделясь, угасает, не учинив никакого повреждения.

Сие о укрытии и от громовых ударов; следуют способы к отвращению оных, из которых два не без успеху, как кажется, употреблены быть могут. Один состоит в выставленных и надлежащим образом подпертых электрических стрелах, другой — в потрясении воздуха. Первым электрическую громовую силу отводит в землю, вторым электрическое движение в воздухе приводит в замешательство и в слабость.

В рассуждении первого известно всем, что в завостроватые верхи высоких башен всего чаще молния ударяет, особливо ежели железными указателями ветра украшены или металлом покрыты. Ибо сухое дерево или ноздреватый камень, из которых верхи строятся, такую имеют натуру, что толь великой электрической силы на себя, как металлы, принять не могут. Того ради, когда она в металлах зародится безмерно велика, тогда под ними сухое дерево и ноздреватый камень за прямую электрическую подпору почтены быть могут. Следовательно, востроверхие башни тогда во всем подобны стрелам электрическим, которые испытатели громовой силы нарочно выставливают и которых действие в притягании оной многими опасными опытами и смертию господина профессора Рихмана довольно известно. Такие стрелы на местах, от обращения человеческого по мере удаленных, ставить за небесполезное дело почитаю, дабы ударяющая молния больше на них, нежели на головах человеческих и на храминах, силы свои изнуряла.

Второго способа не токмо мнение, но и употребление в некоторых местах усилилось, то есть разбивать громовые тучи колокольным звоном. Сие сколько электрической силы в воздухе умалить может, покажу кратко. Что оная состоит в движении эфира, то не без основания физики утверждают. Сие движение немало присутствием воздуха воспящается. Оное явствует из того, что в стеклянном тощем шаре электрический свет не показывается, ежели из него воздух не вытянут.

Сие когда тихим воздухом производится, то вероятно, что великим

трясением оного в смятении эфира много большее действие воспоследовать может. Того ради кажется, что не токмо колокольным звоном, но и частою пушечною пальбою во время грозы воздух трясти небесполезно, дабы он великим дрожанием привел в смятение электрическую силу и оную умалил.

Много еще осталось, что для испытания сей материи в мысль приходит, но краткость времени всего предлагать не позволяет. Того ради, оставив облаков блистание и треск, кротчайшим воздушным явлениям хочу последовать и, по толь многих воспалениях и пожарах, прохладить вас приятныя росы воспоминанием.

Сея воздушныя перемены природа хотя далече отстоит от электрической силы, однако происходит от подобных движений. Того ради краткого изъяснения здесь достойна.

По захождении солнечном нижняя атмосфера прохлаждается скорее, нежели поверхность земная, влажностию прозябающих насыщенная. Посему холодный воздух, прикоснувшись теплой еще земли, нагревается, расширяется, легче становится и вверх восходит дотоле, пока, прохолодясь, в равновесии остановится. Из сочинений покойного господина профессора Рихмана известно [36], что пары встают тем изобильнее, чем больше разность теплоты и стужи в воде и в воздухе [37]. Того ради прохладившийся по захождении солнца воздух большее количество влажности из теплой земли вынимает и, возвышаясь до определенной вышины, с собою возносит. Другой род росы, которая из проходных скважин, в травах находящихся, выжимается, сюда не принадлежит, и потому, миновав оную, должно приступить к прочим электрическим воздушным явлениям.

Выше сего показано, что зимним временем часто случается, что верхняя атмосфера погружением своим внезапный мороз приносит, без чувствительного дыхания ветра, после теплой погоды. Явления северного сияния зимою по большей части после оттепели случаются, так что весьма часто мороз предвозвещают или с ним вдруг приходят. Электрическое паров трение производится в воздухе погружением верхней и восхождением нижней атмосферы, что из вышепоказанной теории о происхождении молнии и грома известно. Итак, весьма вероятно, что

северные сияния рождаются от происшедшей на воздухе электрической силы. Подтверждается сие подобием явления и исчезания, движения, цвету и виду, которые в северном сиянии и в электрическом свете третьего рода показываются. Возбужденная электрическая сила в шаре, из которого воздух вытянут, внезапные лучи испускает, которые во мгновение ока исчезают, и в то же почти время новые на их места выскакивают, так что беспрерывное блистание быть кажется. В северном сиянии всполохи или лучи хотя не так скоропостижно происходят по мере пространства всего сияния, однако вид подобный имеют, ибо блистающие столпы северного сияния полосами от поверхности электрической атмосферы в тончайшую или и весьма в чистый эфир перпендикулярно почти простираются; не иначе, как в помянутом электрическом шаре от вогнутой круглой поверхности к центру сходящиеся лучи блистают. Цвет во обоих явлениях бледный. Все северного сияния показанные виды не могут быть пары или облака, каким-нибудь блистанием освещенные, что регулярная почти всегда фигура и сквозь светящие звезды явственно показывают. Немало вероятности прибавляется из моих наблюдений, по которым оказалось, что в начале осени и в конце лета, тяжкого многократными громовыми тучами, чаще северные сияния являются, нежели по иных летах. Сверх сего, иногда и во время самого северного сияния блеск зарницы мною примечен. Из сего оказывается, что северное сияние и зарниц всполохи не натурою, но градусом сил и местом разнятся. Зарница следует после крепкой электрической силы, при ея исчезании, ночью в редкой атмосфере; северное сияние от слабого трения паров в средней атмосфере выше пределов ея показывается. Что видимое сияние в месте, лишенном воздуха, произведено быть может, в том мы искусством уверены; и ради того все рассуждения, которые ясного и подробного познания о эфире требуют, без погрешения здесь мимо пройти можно. Положение северного сияния выше пределов атмосферы показывает сравнение зари, с ним учиненное. Ибо оныя периферия должна быть равна великому на земной поверхности кругу, как то из натуры земной тени заключить должно; окружению северного сияния надлежит быть равну кругам, экватору параллельным, той ширины, в которой оно положение свое на поверхности атмосферы имеет.

что по пропорции вышины регулярной северного сияния дуги к ея ширине видеть можно.

Сие подтверждается еще наблюдением, которое учинено минувшею зимою. Февраля во второенадесять число, по окончании вечерней зари появилось ясное северное сияние, по всему небу скоро распространилось и не токмо на севере, но и на южной стороне светлая дуга изобразилась; однако выставленная электрическая стрела, которая летом громовую силу показывала, не подала ни единого знаку, чтобы она была хотя мало электризована.

Посему электрическая сила, рождающая северное сияние, около верхней части средней атмосферы возбуждается, воздух самого верхнего слоя движет и трясением чистого эфира столпы и стрелы простирает. Весь воздух атмосферы около такой густости, которая в стеклянном шаре электрическое сияние погашает, остается мрачен, окружаясь светлою дугою, которая подает нетрудный способ определять вышину и расстояние северного сияния [38].

Предложив сие, надлежит показать причину несколько общих явлений. Ибо толкование всех, которые в многоразличных фигурах и движениях состоят, требует долгого времени.

Во-первых, спросить могут, чего ради сие сияние больше к северу лежащие земли чувствуют, нежели те, которые к экватору ближе склоняются. На сие хотя ответствовать, прежде показать я должен, что погружение самой верхней атмосферы в среднюю много удобнее быть должно ближе к полюсам, нежели к экватору. Ибо из вышеписанных явствует, что студеный слой воздуха около полярных кругов с поверхностию океана соединяется, откуду по справедливости следует, что и верхний предел оного, который купно самой верхней атмосферы есть предел нижний, ближе к земной поверхности подходит. Потом воздух самой верхней атмосферы хотя везде не много чувствует солнечной теплоты действие, что по сравнению барометра и термометра изведано, однако около полярных кругов и к полюсам осенним и зимним временем сила лучей еще меньше действительна, ради великой их отлогости и краткости дня или еще и для всегдашнего их отсутствия. Того ради весьма вероятно, что воздух, составляющий верхнюю атмосферу, в оных

местах сжимается пресильным морозом до той же густости, которую имеет средний снежный слой воздуха. Ради такой его густости пары могут подыматься до самой поверхности атмосферы. Итак, когда подземная теплота, сообщаясь открытым морем лежащему на нем воздуху, его нагревает и столько расширяет, что он пропорциональною тягостию верхнему уступить должен, в то время верхняя атмосфера мешается с нижнею, которая встает верхней встречу, рождается электрическая сила, до самой поверхности атмосферы простирается, и в свободном эфире сияние производится.

После вечерней зари северное сияние в здешних местах по большей части показывается; редко через всю ночь продолжается. Причину сего обстоятельства скоро видеть можно. Ибо солнечным сиянием нижний воздух, в день нагревшись, по захождении оного редчае бывает, нежели далее в ночь, когда отсутствием дневной теплоты и опущением верхней атмосферы отчасу больше прохлаждается и густеет, трение и сила электрическая перестает, и сияние погасает. Но ежели причина будет сильнее, то есть разность густоты в верхнем и нижнем воздухе больше, то весьма неспоримо, что сияние во всю ночь продолжиться может.

Таким образом продолжение нарушенного равновесия в воздухе беспрерывное северное сияние, особливо за полярными кругами производит, что живущим при северном океане народам во время солнечного отсутствия зимою и в новолуния для исправления нужд довольный свет подавает. Ибо когда верхняя атмосфера солнечных лучей мало или ничего не чувствует и превеликою стужею сжимается, тогда нижняя, лежа на открытом море, нагревается, расширяется, встает, верхняя опускается. И понеже жестокость стужи в верхней и оттепель в нижней атмосфере продолжается беспрерывно, того ради не дивно, что трение электрическое не престает и сияние всегда видно [39].

Оставив толкование прочих явлений, одного не могу преминуть молчанием: то есть явления разных цветов, которыми иногда при северном сиянии не без ужаса взирающих пылает все небо. Такое сияние на севере и на полудни случилось 1750 года, генваря в 23 день, и мною с прилежанием примечено. Порядок, которым перемены продолжались, есть следующий. По прошествии шести часов после полудни и по вскры-

тии[a] вечерней зари показалось тотчас на севере порядочное сияние весьма ясно. Над мрачною хлябию белая дуга сияла, над которою, за синею полосою неба появилась другая дуга того же с нижнею центра, цвету алого, весьма чистого. От горизонта, что к летнему западу, поднялся столп того же цвету и простирался близко к зениту. Между тем все небо светлыми полосами горело. Но как я взглянул на полдень, равную дугу на противной стороне севера увидел с такою разностию, что на алой верхней полосе розовые столпы возвышались, которые сперва на востоке, после на западе многочисленнее были. Вскоре после того между белою и алою дугою южного сияния небо покрылось траве подобною зеленью и приятный вид наподобие радуги представлялся; после чего алые столпы помалу исчезли, дуги еще сияли и неподалеку от зенита белое сияние величиною с солнце расходящиеся лучи испускало, к которому от летнего запада вставали столпы и почти оного касались. После сего между лучами оного сияния к западу алое пятно появилось. Между сим временем осьмь часов било, и небо алыми и мурового цвету полосами беспорядочной фигуры горело; мурового цвету больше было, нежели алого. В зените вместо лучи испущающего сияния две дуги показались, одна другую взаимно пересекающие. Которая вогнутою стороною стояла на север, имела струи поперечные, к центру склоняющиеся; а та, что вогнутою стороною обращена была на полдень, имела струи продольные, параллельные с периферием. Обеих концы около пяти градусов от взаимного пресечения и от зенита отстояли. Все сии перемены с девятым часом окончились, и осталось одно порядочное сияние на севере, каковы здесь часто бывают.

Толкование всех сих видов миновать за благо рассуждаю, которые из показанной теории со временем изъяснить постараюсь. И ради того о цветах токмо упомяну вкратке. Рассуждая дуги, подобные радуге, удобно бы я поверил, что сии цветы ночного сияния от преломления лучей происходят, когда бы три обстоятельства всей вероятности не опровергали. Во-первых, не было тогда такого светила, которого преломленные лучи могли бы на цветы разделиться. Смешанные столпов и стрел сполохи толь порядочного явления причиною быть не могут.

---

[a] *Так в оригинале, по-видимому, вместо* скрытии

Второе, алые столпы той же фигуры и в том же движении являются, как белые, посему из того же источника происходят, который от преломления лучей весьма разнствует. Третие, еще нигде не доказано, чтобы все цветы чрез преломление лучей рождались, но, напротив того, много есть доводов, из которых явствует, что цветные тела токмо отвращением лучей разные цветы зрению показывают. Равным образом никто не помыслит, чтоб сии ночные цветы осиянные пары и облака были, кто их вид, от свойства паров и облаков отличный, и положение вне атмосферы рассудит. Итак, остается, что причины их в разности эфира искать должно. Разность цветов в разной оного природе или хотя в разной скорости его движения положена будет, везде найдется удобность, что он один сам собою разные цветы показать может, то есть движением красного эфира (или по другому мнению, красный цвет производящею скоростию трясения) произвести цвет красный, движением желтого с синим — зеленый. И словом, когда сложенный изо всех главных цветов, то есть белый цвет, без воздуха в эфире рождается, то отнюдь сомневаться не должно, что составляющие оный и порознь показаться могут. Немало с сим согласуется искусством произведенное электрическое сияние, различными цветами, по разности тел, играющее; откуду не без вероятности заключается, что на самой поверхности атмосферы движением разных паров разноцветные в эфире рождаются столпы и сияния.

Изъяснив по возможности из электрических законов явления, которые показывают нам действия земныя атмосферы, охоту чувствую взойти выше и оные тела рассмотреть, которые, в пространном эфира океане плавая, подобные показывают виды.

В первом месте почитаются кометы, которых купно с земным нашим шаром и с другими планетами за главные тела всего света почитать больше уже не сомневаются благорассудные философы; но бледного сияния и хвостов причина недовольно еще изведана, которую я без сомнения в электрической силе полагаю. Правда, что сему противно остроумного Невтона рассуждение, который хвосты комет почел за пары, из них исходящие и солнечными лучами освещенные; однако, ежели б в его время из открытия электрической силы воссиял такой, как ныне, свет в физике, то уповаю, чтобы прежде всего то же имел мнение, которое

ныне я доказать стараюсь. Уже за несколько лет усмотрел я, что кометных хвостов происхождение от паров подвержено преважным и, по-видимому, непреодоленным трудностям. Того ради сие мнение совсем оставить и другой причины искать рассудил за благо, имея всегда подозрение, что сие явление с северным сиянием сродно, и состоят оба в движении эфира. Размышления мои о погружении верхней атмосферы в нижнюю, которые имел я издавна, ныне, восшествием в натуральной науке электрического дня осиянные, произвели следующую о хвостах комет теорию.

Атмосферу кометы хотя по долготе хвоста и по широте сияния, которое голову окружает, мерить невозможно, как то в следующем упомянется, однако нет ни единого сомнения, что она вышину нашей атмосферы многократно превосходит. Подобным образом явствует, что по мере вышины и давления густость ее много больше умножается и пары выше восходят. Когда комета к солнцу ближе подходит и теплотою его досягается, тогда часть ее атмосферы, в тени тела находящаяся, прямых солнечных лучей не чувствует. Те, которые, от великого пространства воздуха отвратясь, наподобие великой зари в тень кометы сияют, никакой почти теплоты причиною быть не могут. Того ради на стороне, от солнца отвращенной, темный воздушный столп от поверхности тела до поверхности самой атмосферы простирается, ширину всея тени имея. Воздух, оный столп составляющий, должен быть много холоднее, реже и пропорционально тяжелее того, который вне тени в прочей атмосфере прямым солнечным лучам подвержен. Рассудив великую вышину воздуха, которая, без опасности от погрешения, десять раз выше нащей может быть положена, ясно уразуметь можно, что он прочие части атмосферы много переважить и прескорым движением вниз к телу кометы погрузиться должен. Между тем легкому и солнечными лучами расширенному воздуху надлежит к столпу склоняться и течь к занятию места, которое от погружающего столпа в тени остается, где, прохладясь и огустев, стать тяжелее и равномерно за прочим вниз опускаться и следующему место уступать принужден бывает. Итак, беспрерывным и прескорым течением воздуха, кверху и книзу стремящегося, сильное сражение и трение паров около пределов воздушного столпа, в тени

обращающегося, возбуждается, и рождается великая электрическая сила. Чистый эфир вне воздуха быстрым трясением свет производит, движениям воздуха соответствующий, то есть по пространству на противной стороне от солнца, за комету, от тени ее простирающийся. Таким образом, по разности атмосферы каждой кометы и по разному отстоянию и положению ее в рассуждении солнца показываются хвосты различными видами. Столп воздушный в тени кометного тела составляет великую часть атмосферы, затем что за основание имеет половину поверхности всего тела; того ради пресильными течения движениями и вся атмосфера и паров множество, отвсюду кометный шар окружающее, немалому колебанию должна быть подвержена. Откуду электрические трения произойти могут, которые хотя вышепоказанных много тише, однако к электрическому движению эфира не вовсе неудобны. Того ради рассуждаю, что не все сияние, которое окружает голову кометы, почитать можно за пары, лучами солнечными освещенные, а особливо, что великая оного часть самому хвосту весьма подобна [40].

Ныне всяк видеть может, что хвосты комет здесь почитаются за одно с северным сиянием [41], которое при нашей Земле бывает, и только одною величиною разнятся. Подлинно, что, кроме доказательств предложенной теории, сии два явления удивительные сходства в знатнейших обстоятельствах имеют, так что их согласие вместо сильного довода служить может. Ибо, что до положения надлежит, обое показывается на стороне, от солнца отвращенной. Распростертые косы в хвосте кометы совершенно сходствуют со столпами и лучами, которыми блещет северное сияние. Наконец, обоих бледность, уступающая лучам от звезд прохождение, одну обоих натуру изъявляет. В обоих случаях крепким звезд блистанием слабое электрическое преодолевается.

Посему, когда хвосты комет не суть пары, из них восстающие, но токмо движение эфира, от электрической силы происходящее, того ради неосновательны суть оные страхи, которые во время явления комет бывают, затем что многие верят якобы великие потопы на земли от них происходят.

Еще немало есть подобных сему явлений, как зодиачное сияние, млечный путь и многие пасмурные звезды, которых причина от проис-

хождения северного сияния и хвостов кометных, кажется, по-видимому, не разнится; но остановить течение моего слова великость материи, утомив меня, принуждает, и в вас может быть долговременным слушанием возбудилось желание моего молчания.

Итак, совершая мое слово, к тому обращаюсь, кто создал человека, дабы он, рассуждая безмерное сотворенных вещей пространство, неисчислимое множество, бесконечную различность и высочайшим промыслом положенного меж ними цепь союза, его премудрости, силе и милосердию со благоговением удивлялся. Ему с горячим усердием приношу моление, дабы по отверстии и откровении толиких естественных таин, которыми он всещедро благословил дни наши, подобно и в предбудущее время, беспрестанным трудам людей ученых, везде в творении рук его поучающихся, благоволил споспешествовать счастливыми успехами; да к сохранению здравия и жизни смертным от вредных воздушных стремлений откроет безопасное прибежище; да чрез его вспомоществование божественным Петра Великого намерениям и матерним августейшия дщери его щедротам плодами трудов наших соответствовать возможем; да под безмятежным Елисаветиным повелительством восходящие в возлюбленном отечестве нашем науки возрастут до полной зрелости и пребогатой жатвы достигнут; да равное им благополучие, да равное нам веселие вскоре приключится, какое воспоследовало сему граду и его гражданам в прошедшие и ныне окончавшиеся пятьдесят лет от его начатия. И как он, основан благословенным Петровым начинанием, в толь краткое время возрос до великого пространства и цветущего достиг состояния, подобным образом тем же великим основателем насажденная Академия под покровом истинныя его наследницы да распространится и процветет к бессмертной ее славе, к пользе отечества и всего человеческого рода.



12

ИЗЪЯСНЕНИЯ, НАДЛЕЖАЩИЕ К СЛОВУ О ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ ВОЗДУШНЫХ ЯВЛЕНИЯХ

Свойства предложенной материи не токмо некоторых описаний, но и изображений требуют к изъяснению явлений, которыми бы течение слова могло быть пресечено; притом, когда сие слово уже печаталось, некоторые обстоятельства пришли на мысль к прибавлению вероятности моих рассуждений. Того ради почел я за справедливо, чтобы изъяснения некоторых мест присовокупить, как бы некоторые прибавления, которым иного места сего пристойнее не сыщется.

1. *Того ради и я некоторую.* стран. 33, строк. 31. Погружению и восхождению атмосферы кратко коснулся славный господин Франклин в своих письмах [1]; однако, что я в моей теории о причине электрической силы в воздухе ему ничего не должен, из следующих явствует. Во-первых, о погружении верхнего воздуха я уже мыслил и разговаривал за несколько лет [2]; Франклиновы письма увидел впервые, когда уже моя речь была почти готова, в чем я посылаюсь на своих господ товарищей. 2) Погружение верхней атмосферы Франклин положил только догадкою в нескольких словах. Я свою теорию произвел из наступающих внезапно великих морозов, то есть из обстоятельств, в Филадельфии, где живет Франклин, неизвестных. 3) Доказал я выкладкою, что верхний

воздух в нижнем не токмо погрузиться может, но иногда и должен. 4) Из сего основания истолкованы мною многие явления, с громовою силою бывающие, которых у Франклина нет и следу.

Все сие того ради здесь прилагается, чтоб я хотел себя ему предпочесть, но последовал изволению господ товарищей, которые сие к моему оправданию присовокупить мне приговорили [3].

II. *Тому дивиться не должно.* стран. 37, строк. 10. Льдом покрытая морская вода в 28 саженях глубины, в Финском заливе, от берегу в 23-х верстах на бывшем в ней полчаса термометре показала градус 150, или пункт замерзания, по моему разделению, 0 [4]. Учинен сей опыт приятелем, который Финского залива берега описывал. Воду морскую, которую я получил от Северного носа чрез посредство другого приятеля, поставил на холодный воздух 14 февраля сего года в стеклянном стакане. Когда ртуть опустилась два градуса ниже предела земерзания, появились в воде частые иглы. А когда до $3\frac{1}{2}$ достигла, то вся вода огустела. Термометр на воздухе показывал градус 177, или 27 ниже предела замерзания.

III. *Сие рассуждение подтверждается.* стран. 41, строк. 1. Что примерзание ледовых скорлуп около града великою силою мороза быть может, то не трудно и оттуда усмотреть, что в Сибири выплеснутая вода, не долетая до земли, иногда замерзает.

IV. *Из многократно учиненных.* стран. 41, строк. 30. Опыты для определения разной густости воздуха в разных градусах теплоты, при всех прочих обстоятельствах равных, учинены мною, не упоминая других сосудов, в манометрических трубках равной ширины без шариков [5]. Хотя разное количество паров распространения пропорцию переменяло, однако посредственная нашлась нарочито правильна [6]. То есть, воздух 50 градусов ниже предела замерзания к воздуху, что имеет теплоту при оном пределе, есть в рассуждении пространства, как 10 к 11, но к тому, который состоит в 50 градусах выше предела замерзания, есть как 10 к 12 или 5 к 6. Для сего четвертому градусу теплоты выше предела замерзания ответствует пространство воздуха 554; градусу под пределом замерзания 131-му ответствует пространство воздуха 419. Того ради пространство оного к пространству сего будет, как 554 к 419, или почти как

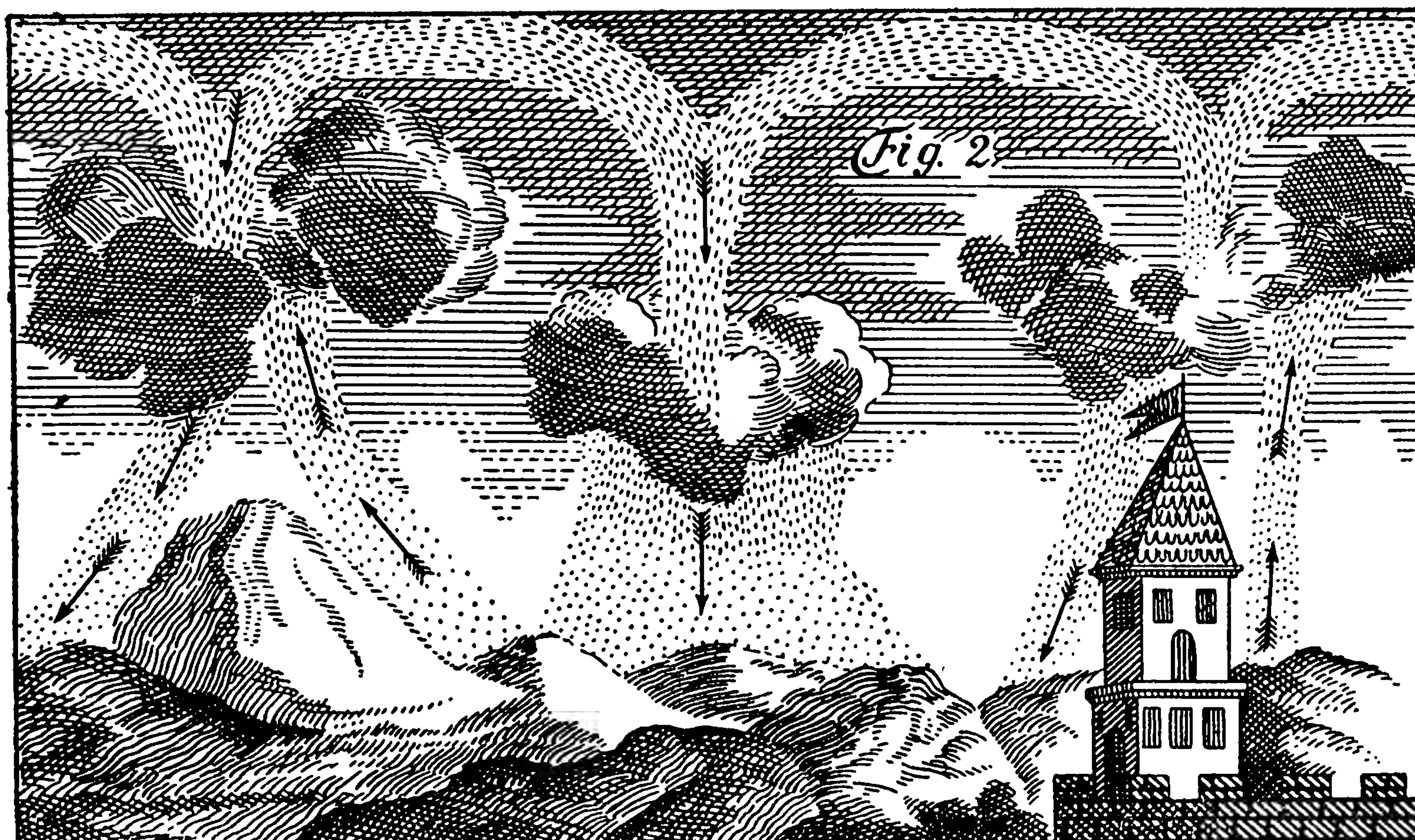
4 к 3, то есть воздух нижней атмосферы будет легче верхнего одною четвертою долею.

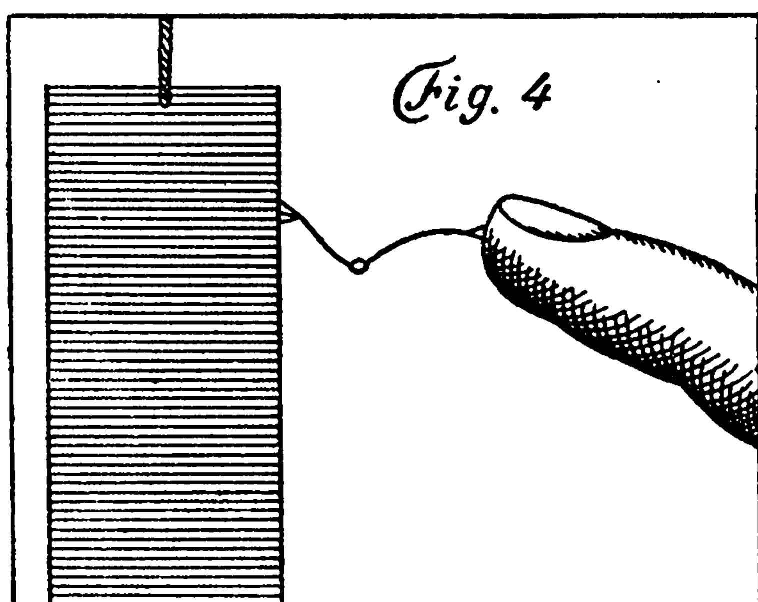
V. *Истолковано мною.* стран. 43, строк. 6. Кроме движения воздуха, что бывает в рудниках, истолкованного в Новых комментариях, в томе первом, изрядные есть доказательства восходящего и погружающегося воздуха в свободной атмосфере. Шейхцер во втором путешествии Алпинском [7], 1703 года, пишет, что по Валштадскому озеру, протягающемуся от востока к западу и горами окруженному, веют порядочно переменяющиеся ветры, то есть поутру восток, к вечеру запад. Сие изъясняю следующим образом [фиг. 1]. Пусть будет *a* восточный, *b* западный конец помянутого озера. Лучами восходящего солнца нагревается место *b, a* остается в тени холодно. Тогда, нагревшись и расширившись, воздух в *b* восходит кверху; в тени *a* для большей тягости погружается и движется к *b* на место поднявшегося, где, солнечным сиянием согревшись, подобным образом восходит. Таким способом течение воздуха от востока к западу продолжается, пока солнце после полудни, нагрев противный, то есть восточный озера конец *a*, и в *b* произведши тень, противное прежнему движение воздуха от запада к востоку рождает таким же образом. Сверх сего в жаркие летние дни зыблется, по-видимому, земная поверхность не для другой какой причины, как от смешения восходящего теплого воздуха с погружающимся холодным.

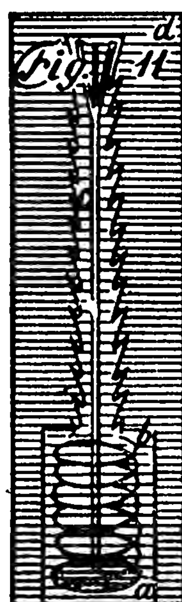
VI. *То будет по моим опытам.* стран. 45, строк. 16. По вышепоказанному в статье четвертой, 50-му градусу под пределом замерзания ответствует пространство воздуха 500, 40-му градусу выше оного предела — пространство 590, 50-му — 600. Посему будет пространство нижнего воздуха к пространству верхнего как 590 или 600 к 500, то есть почти как 6 к 5.

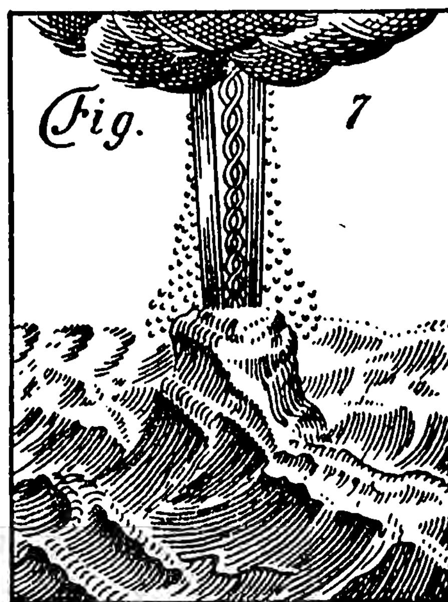
VII. *Когда большия тягости.* стран. 49, строк. 23. К произведению яснейшего понятия о сем действии предлагается изображение [фиг. 2], где стрелы показывают восхождение воздуха в сиянии и погружение в тени.

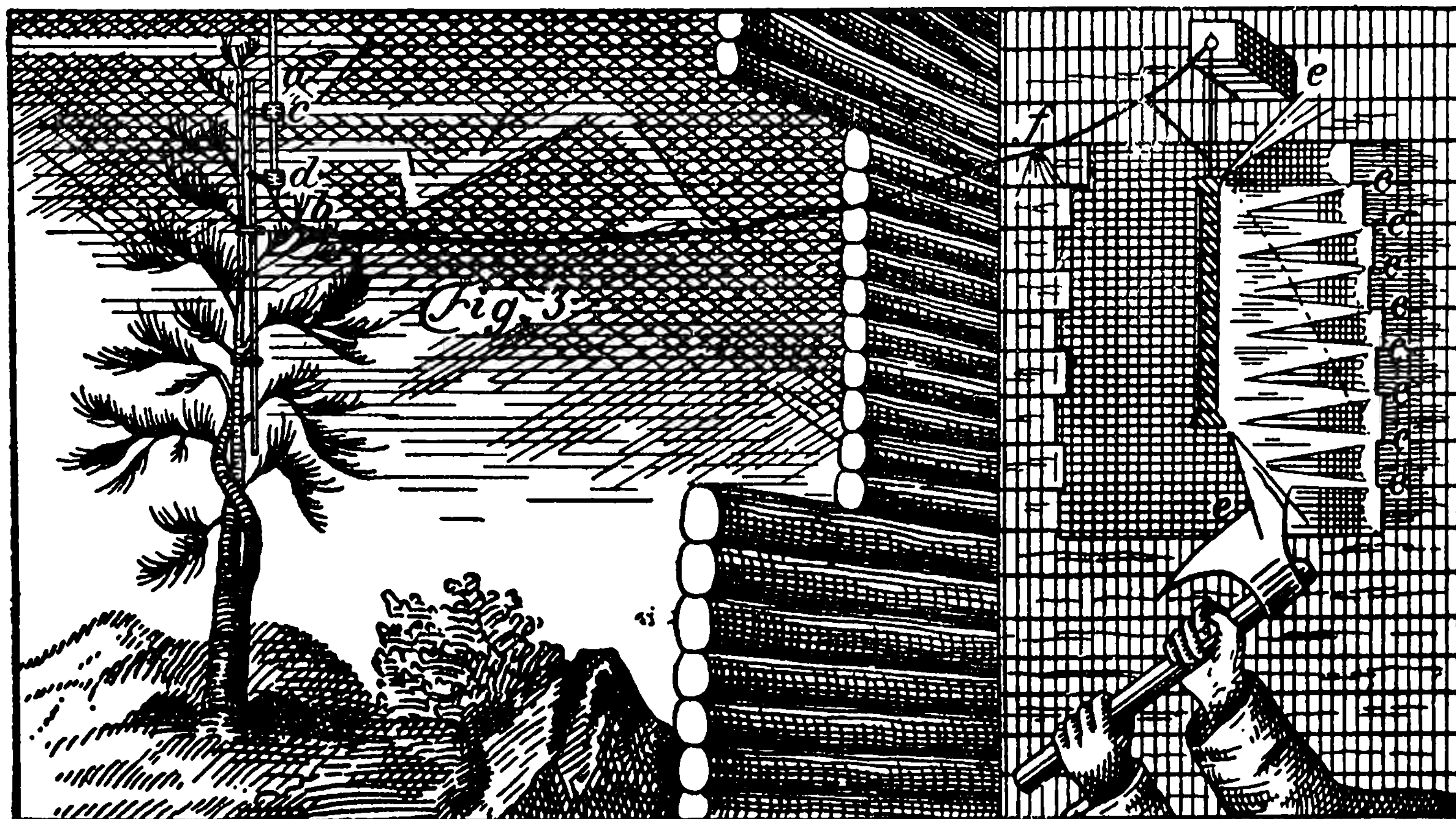
VIII. *Второй род шипящий.* стран. 57, стр. 5. Сего 1753 года в июле месяце выставлен был мною электрический прут *ab* [фиг. 3] на высоком дереве в деревне, который сквозь стеклянные тощие цилиндры *cd* был

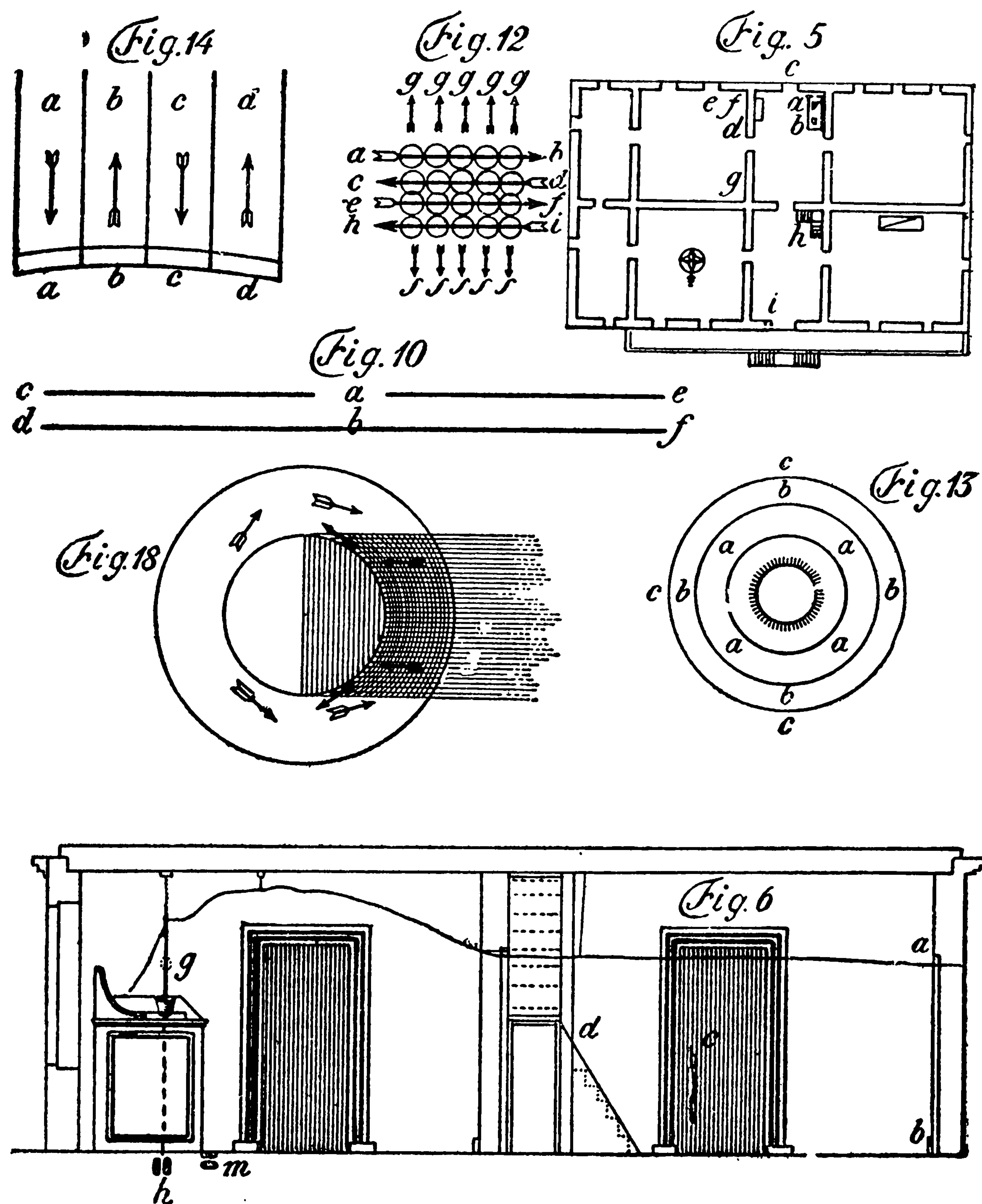

Fig. 2


Fig. 4


Fig. 11
d
a


Fig. 7


Fig. 3
a
c
d
b
e
f



просунут и прикреплен к шесту шелковыми снурками. От него протянута была по обычаю проволока в окно и привешен железный аршин от края другого неотделанного окна расстоянием на один фут. При том были два указателя. Один состоял просто из нити, к аршину привешенной, другой *f* из многих наподобие кисти, который, несмотря на колеба-

ние от ветра, коническою фигурою электрическую силу мог показывать. Во 12 число июля, в первом часу пополудни взошла темная туча, частыми блистаниями и тресками сильная. Для наблюдения перемен стоял я близ аршина и, не имея в близости других инструментов, употребил прилучившийся топор, который к сему делу довольно пристроен ради трегранных углов и что сухое топорище при великой электрической силе вместо шелковой или стеклянной обыкновенной подпоры служить могло. Между прочими наблюдениями сии два примечания достойны быть кажутся. Первое: выскакивали искры с треском беспрерывно, как некоторая текущая материя, из самых углов, в расстоянии неполного дюйма, когда, топор приводя, рукою держал за железо. Но когда к нему не прикасался, тогда конический шипящий огонь на два дюйма и больше к оному простирался. Второе: в сем состоянии внезапно из всех углов *eeee* неравных бревен, бок окна̀ составляющих, шипящие конические сияния выскочили, и к самому аршину достигли, и почти вместе у него соединились. Продолжение времени их не было больше одной секунды, ибо великим блеском, с громом почти соединенным, всё, как бы угаснув, кончилось.

О явлении огня на голове царевны Лавинии во время пришествия Енеева из Трои в Италию Виргилий хотя пишет как стихотворец [8], однако тому из острых золотых или серебряных зубцов венца, по древнему обычаю употребленного, произойти было возможно во время великой воздушной электрической силы. Подтверждается сие подобным повествованием Ливиевым [9], в 22 книге, в главе первой: «Умножили страх чудные явления, из разных мест купно возвещенные: в Сицилии у солдатов некоторые копейные концы горели; в Сардинии при осмотре караулов на стене у офицера в руке аллебарда или жезл испустил пламень, и по берегам часто огни сверкали; несколько солдат громом убиты». Сие было во время консульства Сервилиева и Фламиниева, до рождества Христова за 217 лет. Плиний в книге 2, в главе 37 сказывает [10]: «Видел я, стоя ночью на карауле, у солдат на копьях сияние». Кастор и Поллукс называются подобные тому огни, которые на райнах корабельных с шипением показываются. О сих, кроме свидетельства древних, и новые пишут. Либерт Фромонд [11] в своих Метеорологических сочинениях,

кн. 2, гл. 2, артикул 2, говорит, что ишпанцы и французы, на Посредиземном море плавающие, называют сие явление святым Телмом или Гелмом, италианцы — святым Петром и святым Николаем. Завостроватых гвоздей на концах райн довольно сыскать можно, из которых шипящий электрический огонь второго рода во время сильной грозы произойти может. Весьма примечания достойно, что чрез многие тысячи лет показывалась в воздухе электрическая сила, но не могла прежде быть открыта, пока, чрез искусство произведенная, не учинилась известна. Сим весьма ясно доказывается польза трудов, которые полагаются в испытании натуры.

IX. *Рассматривать искры.* стран. 59, строк. 13. Натуральной электрической силы искра между железным прутком и перстом изображена фигурою четвертою.

X. *Господина профессора Рихмана.* стран. 61, строк 14. О скоропостижной его смерти обстоятельствах две вещи упомянуть должно. 1) Что некоторые из них не во всем точно в Ведомостях поставлены [12], откуда произошли неправые ученых толкования. 2) Немало без упомяновения пропущено, что в догадках произвело недостаток. До первого надлежит, что окно *c* [фиг. 5] в сенях, у которого он стоял в *a*, было всегда затворено, чтобы привешенной нити указателя не качал ветр. Однако отворено было окно *e* в ближнем покое *efdg*, и двери *d* полà была половина, так что движение воздуха быть могло с протяжением проволоки согласно. Ибо тень от дому к северу и к грозе склонялась, откуду соединенная со стрелою проволока по *ihba* простиралась и была близ вырванной ободверины *i*. Мушенброковой машины при том не было, но конец линеала [13] стоял в опилках для того, чтобы электрическая сила из углов не терялась и указатель бы не шатался. Что до второго касается, то не упомянуто, что было у покойного Рихмана в левом кафтанном кармане семьдесят рублев денег, которые целы остались. 3) Часы, что в угул *f* междў пòлою дверью и отворенным окном стояли, движение свое остановили, а в другом углу *g* с печи песок разлетелся. 4) Молнию, извне к стреле блеснувшую, многие сказывали, что видели. При сем сообщается профиль оных сеней, где убит профессор Рихман [фиг. 6]. В *h* стоял он, голова его была против *g*, в *m* стоял мастер Соколов [14].

В *c* вырван из двери иверень и вскинут в *d*; *ab* — оторванная часть ободверины.

XI. *Таковаго ужасного притягивания,* стран. 61, строк. 33. Для большей ясности изображается Тифон [фиг. 7].

XII. *На сие ответствуют.* стран. 63, строк 32.

1) В 26 число мая сего года[15], во втором часу пополудни, взошла темная туча от полудни без молнии и грому, однако нить указателя за перстом гонялась. Больше ничего не примечено.

2) В 29 день того же месяца около полудни весьма великая темная туча с дыханием зюдвеста двигалась. Грому и молнии отнюд не было слышно ни прежде, ни вместе, ниже после. Однако указатель подымался выше тридцати градусов, и искры с треском из железного прута выскакивали едва сносные, нижé частым прикосновением при том стоявших электрическая сила чувствительно умалялась, затем что указатель не понижался, и на всякую секунду выскакивали по три и по четыре искры. Продолжавшись около получаса во время сильного дождя, электрическая сила перестала. И после пяти минут началась снова при дожде, но спустя с четверть часа окончалась.

3) Июня 5 числа[16] около полудни взошли темные облака и проходили по средине неба тихим и непорядочным движением на полночь. Дождя ничего не было. Электрическая сила в пруте была уже весьма сильна, хотя еще ни грому, ни молнии не примечено. Но скоро оные воспоследовали и весьма усилились без дождя. Между тем указатель не объявлял ни мало электрической силы и нить просто 12 минут висела. Потом, как уже гром издали едва был слышен, возбудилась снова электрическая сила и отдалением нити и крепким треском искр себя оказала, продолжалась больше получаса, и в исходе первого часа все утихло. А при окончании второго часа черные тучи простерлись около всего горизонта; около зенита были тонкие облака. Дождя, молнии и грому ничего не было. Электрическая сила такова же, как прежде, сильно возобновилась. После четверти часа дождь шел нарочит, с которым около четверти часа продолжалась электрическая сила без грому и молнии; напоследи все почти в одну минуту окончалось.

4) Июня 10 числа дождевой облак шел с ветром, нарочитою скоро-

стию без всякого чувствительного грома и молнии. Электрическая сила появилась в нарочито сильных искрах, но едва пять минут продолжалась, то есть только в то время, когда туча была над головою.

5) Того же июня 29 дня, в третьем часу популудни, без чувствительного грома и молнии во время движения по небу темных облаков электрическая сила показывалась только, что нить за перстом гонялась.

6) Июля 10 дня около полудни в деревне при несколько редких тучах электрическая стрела подала признак воздушной силы приближением нити к персту, но ни грому, ни молнии, ни дождя не воспоследовало.

7) Того же месяца 11 дня около того же часа и в подобных обстоятельствах оказывалась больше электрическая сила в слабых искрах с треском.

8) Следующего 12 дня взошла страшная оная громовая туча, которой действия описаны выше сего в статье 8.

9) В роковой оный 26 день июля месяца, в первом часу пополудни, когда слаба очень казалась громовая сила, по слабым блистаниям и тихому грому и по отстоянию электрического облака, который зенита не совсем досягал, и вся сила десять градусов от севера к западу на вышине тридцати градусов быть казалась. Тогда сидел я при указателе воздушной электрической силы с материями разного рода, которыми выводя искры, наблюдал разный цвет оных. Внезапный сильный удар, господину Рихману смертоносный, умалив и вскоре отняв всю из прута силу, которая была около 15 градусов, пресек мои наблюдения. Электрическая стрела, при которой мною чинены были наблюдения, есть *ab* [фиг. 8]; около *a* привязаны многие иглы, *c* — место, где привязана отведенная проволока покрытым шелком, в *d* чинены наблюдения.

XIII. *Из чего следует, что.* стран. 73, строк. 4. Обширность электрического действия отрывная или крутая представляется при облаке *ac* [фиг. 9], повольная в облаке *ae*.

XIV. *Сверх сего часто.* стран. 73, строк. 24. Пусть будет облак электрический *ae* [фиг. 10], неэлектрический *ac;* по произведении электрической искры между обоими, в *b* гром почти с молниею вдруг грянет; в *d* и *f* больше меж ними пройдет времени, нежели в *b*. Потом электри-

ческая сила в *f* будет меньше чувствительна, в *d* больше покажется прежнего или только начнется, затем, что, сообщась по обоим облакам, равно разделится.

XV. *Сие по разной величине.* стран. 75, строк. 6. Чрез сие небесполезными почитаю все труды, в наблюдениях воздушной электрической силы полагаемые, для испытания оныя натуры. Того ради вымыслил я следующий инструмент, которым можно определить самое большее действие электрической громовой силы [фиг. 11], не употребляя зрения и трубок, как советует господин Винклер [17], и на местах разных и весьма отдаленных. Сделать должно электрическую стрелу металлическую, трубкою; в полости завить весьма тонкую пружинку *ab* из проволоки и соединить с трубкою[a] *b;* к пружинке припаять легонький металлический кружок *a,* к которому присоединена проволочка прямая *c* с пружинками ж *d*; в полости насечь зубчики часто. Вшед электрическая сила в металлическую трубку, отбивающею силою погонит кружок из полости, и чем будет сильнее, тем больше прямой проволочки выйдет из полости. По окончании оного действия проволочке прямой нельзя будет назад всунуться, затем что пружинки *d* и зубцы не допустят. После в способное время по сему увидеть можно будет, коль велика была самая большая громовая сила.

XVI. *Второго способа.* стран. 79, строк. 1. При звоне во время грозы должно употреблять долгие веревки и у самого языка несколько шелку, затем что колокол на вышине, приняв в себя электрическую силу, вред учинить может близстоящему человеку.

XVII. *Итак, весьма вероятно.* стран. 81, строк. 12—13. Франклинова догадка о северном сиянии, которого он в тех же письмах несколькими словами касается [18], от моей теории весьма разнится. Ибо он материю электрическую для произведения северного сияния от жаркого пояса привлечь старается, я — довольную нахожу в самом том месте, то есть эфир, везде присутствующий. Он места ее не определяет; я выше атмосферы полагаю. Он не объявляет, каким она способом производится; я изъясняю понятным образом. Он никакими не утверждает доводами; я,

---

[a] *В оригинале опечатка* проволочки.

сверх того, истолкованием явлений подтверждаю. Сего ради никто не может подумать, чтобы я, похитив его мысли, истолковал пространнее; а особливо, как выше упомянуто, что сие мое слово было уже почти готово, когда я о Франклиновой догадке уведал. Сверх сего, ода моя о северном сиянии [19], которая сочинена 1743 года, а в 1747-м году в Риторике напечатана, содержит мое давнейшее мнение, что северное сияние движением эфира произведено быть может. Впрочем, пары, к электрическому трению довольные, открытое море произвести может, которых обилие морская вода сама в себе кажет, оставляя за собою светящий путь ночью. Ибо оные искры, за кормою выскакивают, по-видимому, то же происхождение имеют с северным сиянием. Многократно в Северном океане около 70 градусов ширины я приметил, что оные искры круглы. Ибо морская вода за кормою прескоро вихрями вертится и, отбивающею от центра силою расшибаясь, пустые шары, воздуха в себе не имеющие, производит, в которых трением на периферии водяной и жирной материи свет рождается, равно как в электрических стеклянных шарах без воздуха.

XVIII. *Немало вероятности.* стран. 81, строк. 32. Северное сияние и зарничные блистания приметил я вместе 1745 года августа 25 дня, в 11 часу пополудни. Иногда громы и северные сияния по переменам одни за другими случаются. Например 1748 года августа 5, 6, 9, 23 и 28 чисел были громовые сильные тучи, а 17, 18, 19 являлись северные сияния.

XIX. *Что видимое сияние.* стран. 83, строк. 7. Что чистого эфира движением свет произведен быть может, показываю следующим образом [фиг. 12]. Пусть будет движение в частицах эфира таким порядком, что когда ряды их *ab* и *ef* тряхнутся от *a* и *e* к *b* и *f*, в то самое время ряды *cd* и *hi* тряхнутся в противную сторону из *d* и *i* к *c* и *h*. Чрез сие должно воспоследовать сражению частиц и движению в стороны *s* и *g* ближних частиц эфира, и так повсюду свет разливаться и со всех сторон видим быть может. Сие что в происхождении солнечного света быть не может, по сему разумеется, что волны трясущегося движения *aaaa* [фиг. 13], *bbbb, cccc* во все стороны в то же самое время туда и сюда совокупно производятся. В северном сиянии неравность причины несогласные трясения произвести может. Например, когда в *aa* [фиг. 14]

Fig. 15

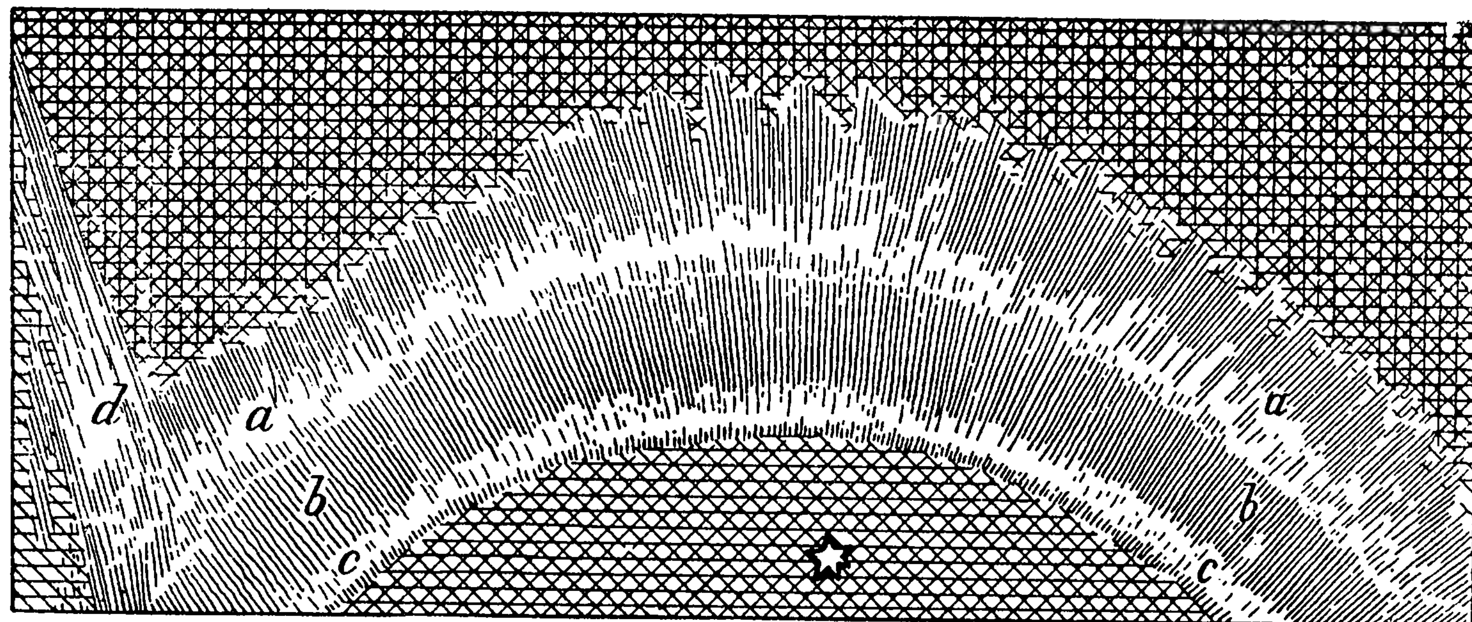


Fig. 16

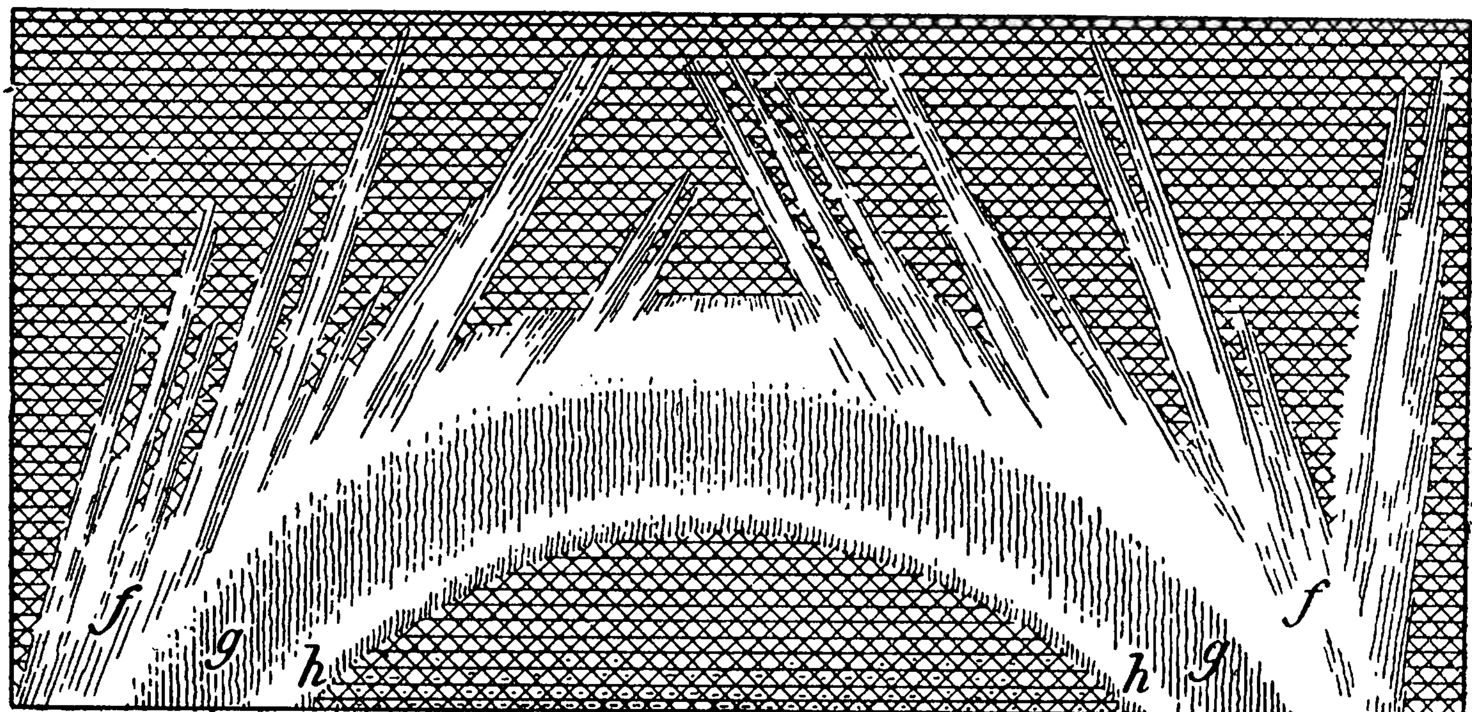
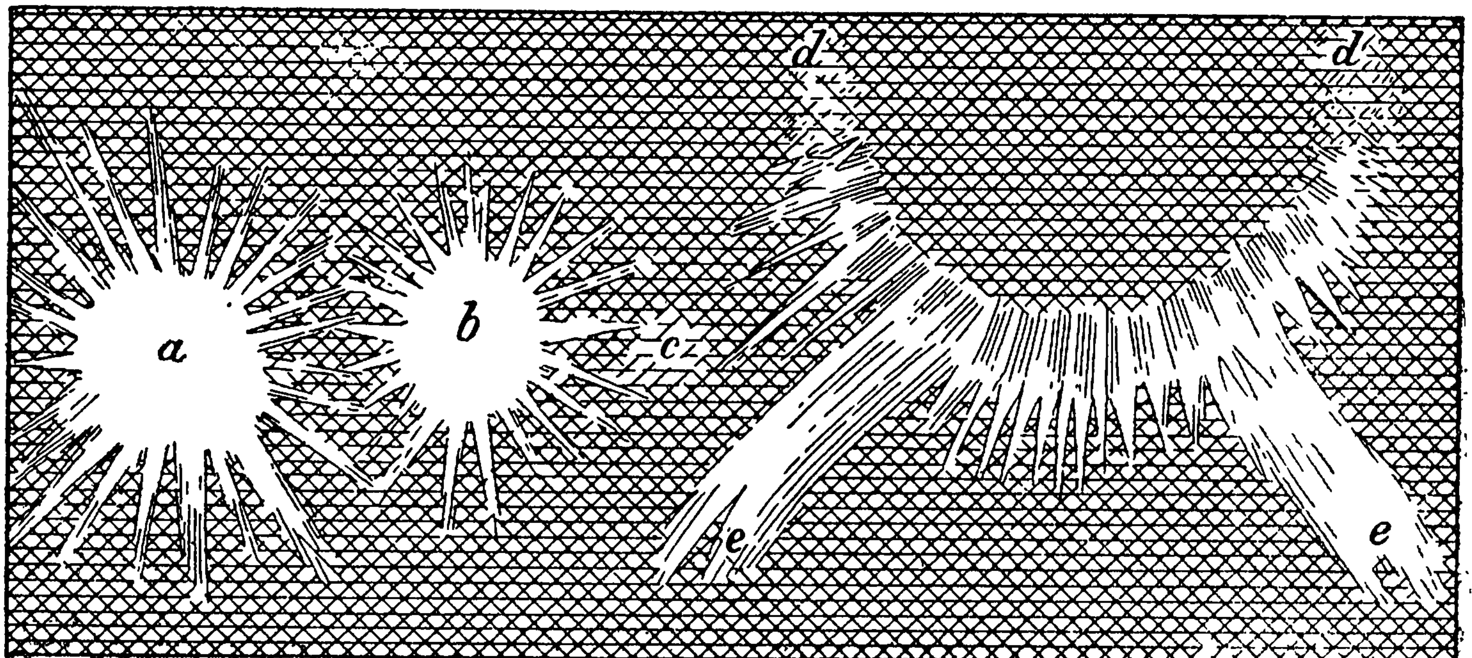
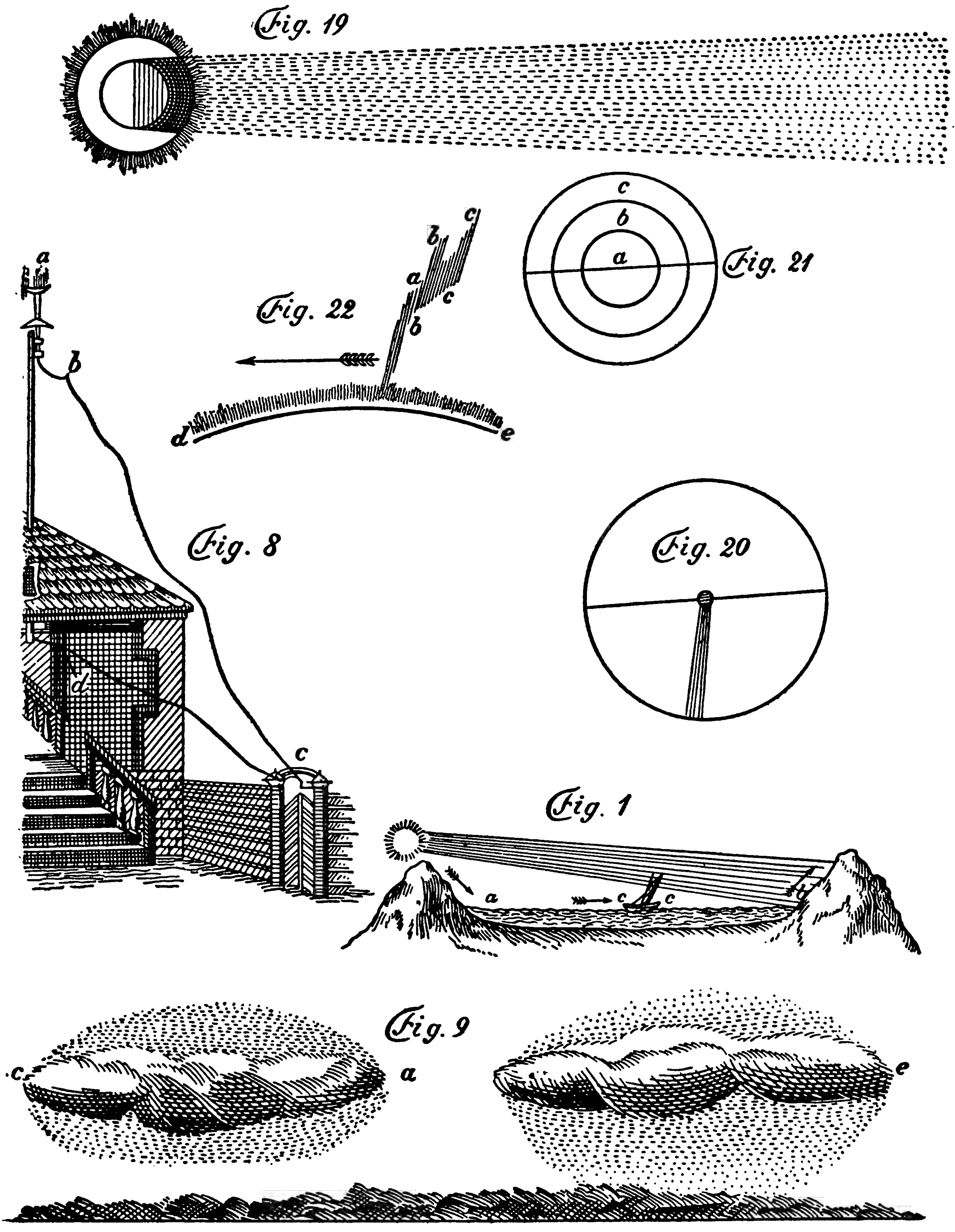


Fig. 17




Fig. 19
Fig. 21
c
b
a
Fig. 22
a
b
c
b
c
d
e
Fig. 8
a
b
c
d
Fig. 20
Fig. 1
a
c
c
b
Fig. 9
c
a
e

и *cc* тряхнется эфир к атмосфере, тогда в *bb* и *dd* тряхнется от ней в противную прежнему сторону.

XX. *Ибо оныя периферия.* стран. 83, строк. 13. Северное сияние нарочито порядочное октября 16 сего года приметил я здесь, в Санкт-Петербурге и, сколько возможно было смерив, вышину нашел 20, ширину 136 градусов; откуда выходит вышина верхнего края дуги около 420 верст [20].

XXI. *Оставив толкование.* стран. 87, строк. 22. Изображается цветное северное сияние [фиг. 15]: *aa* — дуга алая, *bb* — небо, *cc* — белая дуга, *d* — столп алый. Южное сияние [фиг. 16]: *hh* — дуга светлая, *gg* — зеленая, *ff* — алая; *a* — белое сияние в зените [фиг. 17], *b* — с алым пятном в *c*; *dd*, *ee* — дуги в зените.

XXII. *В первом месте почитаются.* стран. 91, строк. 29. Хотя некоторые славные ученые люди подобие кометных хвостов с северным сиянием кроме меня приметили, однако никто из них не полагал: 1) что восхождением и погружением воздуха в тени кометы и сражением и трением в самой атмосфере ее рождается электрическая сила; 2) что рожденною электрическою силою в тени кометной производится светящееся движение в эфире; 3) что хвост и часть сияния, окружающего голову, происходят и видимы бывают в месте, воздуха и паров отнюд не имеющем, и что оное сияние солнечным лучам ничего не должно. Течение воздуха в кометной атмосфере в тени и в свете показано стрелами в фигуре 18. Целая комета с хвостом и с сиянием вне атмосферы изображена фигурою девятнадцатою.

Затруднения, которым из паров составляемые хвосты комет подвержены, хотя суть многи, но краткости ради одно предлагаю. Хвосты кометные являются внутрь или вне их атмосферы. Положим, что внутрь оные простираются — будет хвост кометы по малой мере полудиаметр всей атмосферы [фиг. 20]. Посему будет диаметр атмосферы кометы 1744 года из наблюдения господина Гейнсия [21] 14 миллионов миль немецких. Пускай будет атмосфера кометы 1 400 000 крат реже нашей, однако количество материи будет равно тому, которое между поверхностию нашей атмосферы и землею содержится [фиг. 21]; и подобно тому как цвеченые жидкие материи в сосудах одной фигуры, но

разной величины, как бы много водою растворены ни были, всегда одну густость цвета показывают в пространстве *c* и *b*, как в *a*, так и оная материя всей нашей атмосферы ясность должна показывать. Сия коль велик свет отвращает, о том свидетельствует заря, которая долго после захождения солнечного все звезды закрывает, которых светом кометные хвосты свободно бывают проницаемы. В сем случае ни редкость, ни тонкость частиц, хвост кометин составляющих, убежищем быть не может, ибо ради редкости к каждой частице отворится дорога лучам солнечным, ниже тень одной помешает другия освещению. Разделением на тончайшие части умножится поверхность и большее множество лучей отвратится. Итак, обое больше к умножению света кометной атмосферы служить имеет, нежели к умалению. А сие положив, должна была комета 1744 года показаться обширным светлым кругом, великую часть неба закрывающим, что с наблюдениями отнюд не сходствует. Но положим, что хвост кометы простирается вне ее атмосферы. В сем случае искусство самое лучшее есть доказательство. Что тончае паров тройной водки между земными материями сыскать можно, которые при перегонке слабым огнем едва в сосудах удерживаются, а зажженные никоим образом заперты быть не могут. Сии под стеклянным колоколом, когда только едва половина воздуха вытянута будет, наподобие облака вниз опускаются. Итак можно ли подумать, чтобы совсем без воздуха вне атмосферы пары могли до толь ужасной вышины подняться? Каким то может быть образом? Однако пускай вымышляют тонкие материи которые вымыслы любят. Я натуру нахожу везде самой себе подобную. Я вижу, что лучи, от самых отдаленных звезд к нам приходящие, тем же законам в отвращении и преломлении, которым солнечные и земного огня лучи последуют, и для того то же сродство и свойство имеют. Подобным образом уверяюсь, что и в кометах воздух и пары те же, как здешние, имеют свойства. Сверх сего, когда подобие кометных хвостов с северным сиянием видим и не полагаем, что оное показывают убегающие пары из нашей атмосферы, того ради равную справедливость имеем в расточении кометных паров быть бережливы, ради великого сходства, которое чтобы яснее показать. следующие обстоятельства прилагаю:

1) Хвосты комет иногда разноцветные примечены (Гевелий[22], Кометогр[афия], кн. 8, стран. 451, 452). В северном сиянии то же иногда случается.

2) Хвосты комет склоняются и нагибаются в приближении к солнцу, когда боком движутся. Столпы северного сияния, подобным движением простираясь, оставляют после себя некоторые части исчезающих прежних столпов, которые, совокупно виду будучи представлены, походят немало на кривой хвост кометный [фиг. 22]. Столп *a* движется по указанию стрелы; исчезающих столпов части суть *bb, cc*.

3) Хвосты комет кажутся иногда прерывные частями (Гевелий в Кометографии, кн. 8, стран. 450 и 451). Таким же образом прерываются и столпы северного сияния.

4) Сияние, окружающее голову кометы, светлее хвоста кажется, подобно как дуги северного сияния яснее столпов бывают.

5) Дуги северного сияния нередко удвояются. Сие согласно с разными рядами сияния, окружающего голову кометы.

6) Рассудим вышину столпов, которые иногда от низкой дуги зенита досягают, и по основаниям моей теории выше длины земного полудиаметра восходят. Посему на луне находящееся око могло бы иногда нашу Землю видеть с хвостом наподобие кометы. Спросит кто, зачем подобные явление на других планетах от нас не примечены? Отвечаю: когда Сатурн один из планет кольцо имеет, того ради ничто не препятствует, чтобы одна наша земля сие свойство комет имела.

7) Столпы северного сияния прибывают и убывают в кратчайшее время, не иначе, как и хвосты комет несказанною скоростию прирастают и умаляются.

8) Столпы северного сияния прибывают, исчезают, рождаются и пылают. Сие самое приметил уже Кеплер[23] в комете 1607 года и признал, сказав, что они блещут, как столпы хлябей. Подобным образом Венделин в комете 1618 года приметил, что цвет хвоста близ головы был красен и как бы некоторыми блистаниями и струями колебался, напряжением и ослаблением, наподобие пожара, как оные столпы, которые иногда ночью сияют. Смотри Гев[елий], Ком[етография], кн. 8, стран. 454, 455.

13

ТЕОРИЯ ЭЛЕКТРИЧЕСТВА, ИЗЛОЖЕННАЯ МАТЕМАТИЧЕСКИ М. ЛОМОНОСОВЫМ. 1756 Г.

РАСПОЛОЖЕНИЕ МАТЕРИАЛА ПО ГЛАВАМ

Глава 1. Содержит предварительные данные.

Глава 2. Об эфире и огне.

Глава 3. О строении чувствительных тел.

Глава 4. О получении первичного электричества.

Глава 5. О получении производного электричества.

Глава 6. Объяснение искусственных явлений.

Глава 7. Объяснение природных явлений.

Глава 8. О будущих успехах учения об электричестве.

NB. Тела, которые один цвет отражают, а другой пропускают, наполовину прозрачны и обнаруживают это так же, как рубиновые стекла, которые чем толще, тем более приближаются к красному, чем тоньше, тем более — к синему.

Глава 1

СОДЕРЖАЩАЯ ПРЕДВАРИТЕЛЬНЫЕ ДАННЫЕ

Определение 1

§ 1. Электрическая сила есть действие, вызываемое[a] легким трением в чувствительных телах и состоящее в силах отталкивательных и притягательных, а также в произведении света и огня.

Изъяснение

§ 2. 1) Легкость трения включается в определение, чтобы можно было отличать это действие от удара, которым из огнива и кремня высекаются искры; 2) словом «преимущественно» мы пользуемся для того, чтобы указать на трение как более сильный источник электричества, чем другие, и не подать повода думать, что мы отрицаем или недооцениваем нагревание и возможные другие способы получения электрической силы. Каким порядком возбуждается в телах электрическая сила, какими способами и машинами, мы описывать не будем, довольствуясь тем, что относится к нашей задаче, ибо мы не разрабатываем полного учения об электричестве, но поставили себе целью изложить то, что способствует выводу и подтверждению истинной теории электричества; а остальное предполагаем общеизвестным.

Определение 2

§ 3. Отталкивательной называется электрическая сила, при наличии которой части наэлектризованного тела стремятся отойти друг от друга.

Изъяснение

§ 4. Это получило общую известность по отталкиванию от линейки нити, служащей указателем; затем по рассеиванию песка в песочных

---

[a] *Зачеркнуто* преимущественно.

N. 28
149 921
copia est [illegible]

Theoria Electricitatis

Methodo Mathematica

Concinnata,

Auctore M. Lomonosow.

Sparsim 1756

Dispositio operis

Caput 1. praeliminaria continet

— 2. De Aethere et igne.

— 3. De structura Corporum sensibilium.

— 4. De productione Electricitatis primitivae.

— 5. De productione Electricitatis derivativae.

— 6. Explicatio phaenomenorum artificialium.

— 7. Explicatio phaenomenorum naturalium.

— 8. Prognosticon de successibus doctrinae de Electricitate.

§ 1

Corpora, quae unum colorem reflectunt alterum transmittunt, sunt semiopaca, et eadem [illegible] [illegible] Vitra rubica, quod quo crassiora eo magis ad rufum, quo tenuiora ad candidum accedunt

Первая страница рукописи Ломоносова «Теория электричества, изложенная математически»

часах и воды, вытекающей из любого сосуда и показывающей конусообразную фигуру; наконец, по разрыву некоторых тел, затронутых громовым электричеством, которое раскалывает, не обжигая, самое твердое дерево, раздробляет и расщепляет железные части ружей, несмотря на то, что они укреплены винтами; ожижает металлы без следов огня, разрушая сцепление распадающихся частей.

Определение 3

§ 5. Притягательной называется электрическая сила, которою легкие неэлектризованные тела притягиваются к электризованным и наоборот.

Изъяснение

§ 6. Соответственно силе сопротивления, тело как электризованное, так и не обладающее электрическим свойством, подвигается к телу, более сопротивляющемуся. Например нить, обладающая электричеством, подвигается к неэлектризованному пальцу, и наоборот, если поднести нить неэлектризованной рукою к электризованному телу, то она забегает вперед руки к последнему.

Определение 4

§ 7. Электрический свет бывает двоякого рода: вытекающий и дающий треск. Вытекающий направляется непрерывно из электризованного тела к находящемуся против него неэлектризованному и, наоборот, из неэлектризованного к электризованному, выходя из заостренной вершины, без какой-либо ощутимой теплоты, с некоторым шумом. Дающий треск свет, вырывающийся между двух тел — электризованного и неэлектризованного — в едва заметный промежуток времени, издает звук и, сообразно величине силы, сотрясает оба тела; он щиплет руку или другую часть живого существа, причиняя ощущение боли.

Изъяснение

§ 8. Дающий треск свет называется также электрической искрою, или мужским электрическим светом; вытекающий свет называется женским.

Определение 5

§ 5. Электрическим огнем называется огонь, который возбуждается в горючем электризованном теле неэлектризованным или в неэлектризованном электризованным, причем проскакивает дающий треск свет.

Изъяснение 1

§ 10. Это — общие действия электричества, входящие в его определение. Остальные действия, различающиеся по комбинации или величине сил, производятся искусством или природою.

Изъяснение 2

§ 11. Никто более уже не сомневается в тождестве природного электричества, проявившегося, к устрашению смертных, в грозовых молниях, с искусственным, не исключая, полагаю я, даже тех, кто раньше думал иначе. Поэтому никто не станет отрицать, что для подтверждения этой теории можно пользоваться наблюдениями и опытами, относящимися к природному электричеству.

Опыт 1

§ 12. Когда стеклянный шар вращается вокруг своей оси и к нему не приложено какое-либо твердое тело, которое, прикасаясь к его поверхности, слегка натирало бы ее, то не возникает никакой электрической силы, нет никакого признака электрического притяжения или отталкивания, не ощущается никакого света, ни вытекающего, ни дающего треск. Но как только рука прикасается к поверхности шара, натирая его, то возникает электрическая сила, обнаруживающая свое

присутствие притяжением легких материй. Но это происходит и без вращения стеклянного шара, если только потереть стеклянный цилиндр или палочку сургуча.

Присовокупление 1

§ 13. Трение, следовательно, есть причина возбуждения искусственного электричества.

Изъяснение

§ 14. Не отрицаю, что можно возбудить электрическую силу и другими способами; например, она появляется в сере от нагревания и сотрясения. Во всех случаях, однако, можно предположить род трения, тем более, что по янтарю оно известно уже с древних времен как причина электричества, а в нашу эпоху сделанные посредством трения знаменитые опыты произвели в высшей степени удивительные явления

Присовокупление 2

§ 15. Центробежная и центростремительная сила какой-либо тонкой материи в отношении производства электричества вызывает довольно сильные подозрения и сомнения, ибо при этом совершенно необходимо трение, от которого электричество образуется без всякого вращения (необходимого для возбуждения центральных сил).

Определение 3

§ 16. Чувствительные тела подразделяются на два вида: первично электрические и производно электрические. Природа первых такова, что они при трении приобретают электрическую силу и могут сообщать ее другим телам; вторые же лишены этого качества [1] и имеют способность воспринимать и распространять силу, возбужденную первыми, которые, если служат поддержкой для производно электрических тел, преграждают путь распространению электрической силы.

nulla vis electrica excitatur, nulla dato signo attractionis aut repulsionis electricae; nullum lumen praefluens est corporibus sentitur. At quamprimum manus superficiei admovetur ~~[illegible]~~ eamque fricando excitatur vis electrica, attractu levium ~~[illegible]~~ materiarum praesentiam sui ostendens. Id autem fieri etiam solet sine rotatione, sive cylindrus vitreus, sive baculum [illegible] cortici, quando aliud lacc. sig. [illegible] fricatur

Corollarium 1.

§ 13. Frictio igitur causa est excitatae electricitatis artificialis

Scholium.

§ 14. Posse quidem excitari vim electricam aliis modis non nego, ut fit calore et concussione in sulphure, in omnibus tamen frictionis species supponi potest, praesertim cum ea jam ab antiquis temporibus in succino ut causa electricitatis innotuit, et nostris temporibus celeberrima experimenta per eam facta maxime mirabilia phaenomena produxerunt.

Corollarium 2.

§ 15. Vis centrifuga et centripeta alicujus subtilis materiae ad productionem electricae virtutis adeo suspecta ~~est~~ et dubia est.

Страница из рукописи Ломоносова «Теория электричества, изложенная математически».

Изъяснение

§ 17. Важнейшие первично электрические тела: янтарь, сера, сургуч, стекло, шелк и некоторые другие, главным образом смолистые; принимают и распространяют эту силу вода, все металлы и животные, особенно живые. Бесчисленные тела различаются степенью вторичного электричества, так что многие приближаются к первичным [2].

Присовокупление 1

§ 18. Так как не все тела, при одних и тех же условиях, одинаково порождают в себе электрическую силу и воспринимают ее, то ясно, что это происходит от их различной природы; поэтому необходимо ее исследовать при построении теории электричества, чтобы выяснить, откуда происходит такое различие.

Присовокупление 2

§ 19. Итак, если кто, приступая к объяснению электрических явлений, не исследует различия тел, первично и производно электрических, трудится тщетно; а между тем это и делало до сих пор большинство ученых, почти все, отдавая полностью свое внимание так называемым тонким материям [3].

Присовокупление 3

§ 20. Так как внутреннее строение тел выведывает главным образом химия, то без нее труден, даже невозможен доступ к их глубинам и тем самым к раскрытию истинной причины электричества [4].

Опыт 2

§ 21. В электризованных телах наблюдаются главным образом два основные явления: 1) электрическая сила действует за пределами по-

верхности электризованных тел, притягивает, отталкивает, производит свет и огонь; 2) распространяясь через производно электрические тела на весьма большое расстояние многих миль в ничтожное время, она производит те же действия, что и вблизи.

Присовокупление 1

§ 22. Электрические явления — притяжение, отталкивание, свет и огонь — состоят в движении. Движение не может быть возбуждено без другого двигающегося тела. Но тела, удаленные от электризованных тел, не находятся в соприкосновении с ними. Поэтому должна существовать нечувствительная жидкая материя, которая распространяется вне электризованного тела и, изменяемая его силой, производит такого рода действия.

Присовокупление 2

§ 23. Так как эти явления происходят в пространстве, лишенном воздуха, а свет и огонь также происходят в пустоте и зависят от эфира, то представляется правдоподобным, что эта электрическая материя тождественна с эфиром [5].

Изъяснение

§ 24. Чтобы это установить, необходимо изучить природу эфира; если она такова, что удовлетворительно объясняет электрические явления, то будет достаточная вероятность, что они происходят от движения эфира. Наконец, если не найдется никакой другой материи, то достовернейшей причиной электричества будет движущийся эфир.

Глава вторая

ОБ ЭФИРЕ

Определение

§.[a] Материю, при помощи которой нам передаются ощущения света и теплоты, как древние, так и новые философы зовут эфиром.

Изъяснение

§. Его совершенно справедливо отличают от воздуха, так как свет и огонь распространяются также через пространство, не содержащее воздуха.

Присовокупление

§. Так как при перемещении в свете и теплоте мы не ощущаем какого-либо препятствия, то естественно принимаем эфир за тело тончайшее, весьма текучее и весьма способное к движению всякого рода.

Присовокупление

§. Без движения в телах не может быть никакого изменения; поэтому ощущение света и теплоты как весьма очевидное изменение в органах чувств не может произойти без движения эфира, и следовательно эфир, как весьма склонный ко всякому движению, действительно находится в движении, производя свет и теплоту.

Опыт

§. Ежедневный опыт, сделанные наблюдения и произведенные опы-

---

[a] *Параграфы второй главы в рукописи не имеют нумерации.*

ты с избытком свидетельствуют, что железо, еще не накаленное докрасна, однако весьма сильно нагретое, так что оно приводит воду в кипение, возгоняет ртуть, зажигает дерево,— в темном месте не дает никакого признака света. Наоборот, фосфор, гниющее дерево светят без заметного огня; а особенно фокус лунных лучей, собранных зажигательным стеклом, весьма холодный, даже при жесточайшем морозе очень ярко светится.

Присовокупление

§. Итак, свет может существовать без огня, огонь без света, а также оба могут быть совместно.

Положение

§. В эфире существуют различные движения его, из которых одно служит для возбуждения света, другое — огня.

Доказательство

Предположим, что свет и огонь производятся одним и тем же движением; так как свет существует без огня и огонь без света (§), то, когда ощущается сильный огонь, эфир находится в движении; а когда при этом нет света, то эфир должен быть в покое: очевидно, то же самое должно быть и при существовании яркого света, совершенно холодного. Но так как это — нелепость, то по необходимости должны быть в эфире разные движения, из которых одно производит свет, другое — огонь.

Определение

§. Для каждого тела можно представить себе и могут существовать лишь три движения, к которым сводятся остальные виды движений: 1) поступательное, когда все тело непрерывно меняет свое положение; 2) вращательное, когда тело, оставаясь в том же положении, вращается

вокруг постоянной или переменной оси; 3) колебательное, когда тело на ничтожном пространстве движется взад и вперед весьма частыми чередованиями.

Изъяснение

§. Эти движения предполагаются как движения твердых тел, все равно, ощутимы последние или нет. Нашему исследованию подлежат вторые. Итак, из определения видно, что молекулы эфира могут переноситься с места на место, вращаться и колебаться.

Присовокупление

§. Так как ничто не препятствует тому, чтобы тело, устремляющееся поступательным движением, вращалось также около оси или колебалось и чтобы в одном и том же теле одновременно существовали все три рода движения.

Присовокупление

§. Поэтому не удивительно, что в одном и том же теле действием эфира одновременно возбуждаются свет и огонь.

Присовокупление

§. Так как требуются только два рода движений в эфире, одно для возбуждения света, другое — огня, то одно из них не участвует в произведении этих явлений.

Изъяснение

§. Ближайшая причина каждого явления — одна, отдаленных же может быть множество, и даже противоположной природы. Например, ближайшая причина дождя есть преобладание силы тяжести частиц воды над силой сцепления их с воздушными частицами, поддержи-

вающей их в атмосфере. Отдаленными же причинами могут быть и теплота и холод: теплота, так как разреженный воздух касается меньшего числа точек поверхности водных частиц и менее прочно связан с ними; а холод, так как вследствие сжатия воздуха частицы воды приходят во взаимное соприкосновение, сливаются в капли; при этом объем их возрастает в тройном отношении, а поверхность только в двойном, но первый соразмерен с тяжестью, вторая — со сцеплением, а потому вследствие преобладания силы тяжести над силою сцепления капли побуждаются к падению.

Изъяснение

§. Итак, необходимо посмотреть, какое именно движение природа исключила из этих причин и какие она приспособила для произведения света и огня.

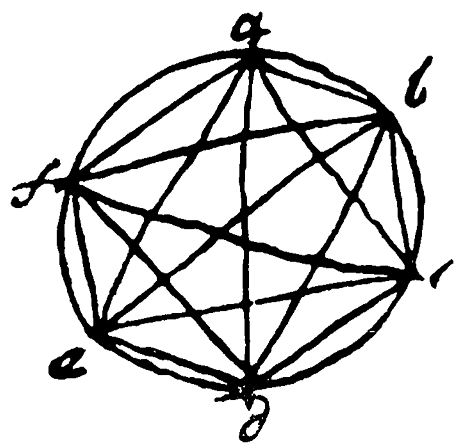
Лемма

§. Почти бесконечно разнообразные роды колебательного движения распространяются в жидких телах во все стороны, даже и в направлениях, взаимно поперечных и противоположных, по прямым линиям.

Доказательство

Сколько имеется родов звуков — каждый может очень легко себе представить, если примет в соображение различные музыкальные тона, различной интенсивности, производимые различными музыкальными инструментами; затем порождаемые от столкновения, трения, ломания тел столь многочисленные и разнообразные шумы, свисты, скрипы, звоны, шелесты и т. д.; далее, голоса людей и животных, которые различаются среди тысяч настолько, что мы узнаем не только знакомых людей, но даже собак по их лаю и отличаем их от других; наконец, членораздельные слова — и притом на стольких различных языках. Однако никто из физиков не сомневается, что все эти звуки произво-

дятся и распространяются колебательным движением жидкого тела, именно воздуха; и распространяются так, что если один звук движется навстречу другому, из какого бы то ни было направления, то оба они подействуют на орган слуха, конечно, если их интенсивности приблизительно одинаковы и ни один не превосходит намного по силе другой, занимая целиком наш орган слуха.



Например, пусть в *a* будет голос и речь человеческая, в *b* поющий соловей, в *c* звуки лиры, в *d* шум токарного станка, в *e* колокольчик, в *f* свист пара, вырывающегося из эолипила[6]. Если они примерно одинаковой интенсивности, то из каждой точки окружности будет ясно слышен каждый звук, на который мы обращаем больше внимания, особенно если направить на него слуховую трубу, приложив ее к уху и закрыв другое ухо. Из всего этого вполне очевидно, что колебательное движение воздуха распространяется навстречу другим и поперечно в любом направлении и этим не заглушается — иначе как на большом пространстве или при чрезмерном преобладании интенсивности [другого] звука, откуда следует, что колебательные движения жидких тел распространяются во все стороны, по всевозможным направлениям, и поперечным, и встречным.

Изъяснение

§. То же наглядно показывают волны воды: а именно, если при спокойном воздухе бросить в разные места водной поверхности камни, то каждый в отдельности вызывает собственные волны, которые направляются прямо от точки падения во все стороны и, встречаясь друг с другом, не останавливаются и не возмущаются, но продолжаются до тех пор, пока приложенная сила не притупится по другим причинам.

Присовокупление

§. Так как эфир — тело жидкое, то, следовательно, свет может распространяться в нем колебательным его движением.

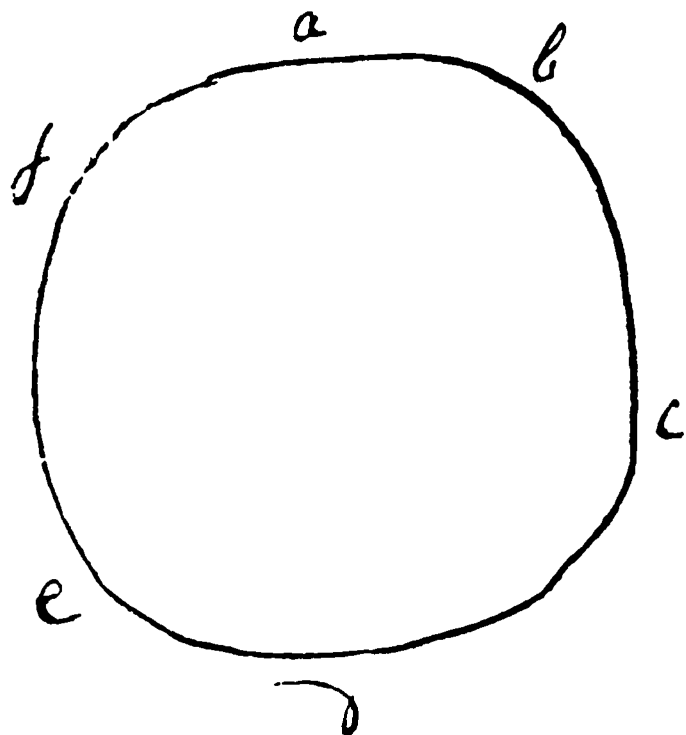
Лемма

§. Поступательные движения жидких тел в любых направлениях, поперечных и встречных, одновременно в одном и том же месте не могут совершаться по прямой линии.

Доказательство

Что это не может произойти в чувствительных телах — очевидно для каждого. В самом деле, кто подумает, что воздух в одно и то же время, в одном и том же месте может нестись с востока и он же одновременно с запада по противоположным направлениям, как распространяются звуки? Но для тел, не доступных чувствам, этого нельзя отрицать без доказательства. Итак, допустим, как учат ньютонианцы, что материя света, разреженная почти до бесконечности, тончайшая, несется от светящихся тел стремительнейшим движением, так что в своем пробеге она проходит огромнейшие пространства в нечувствительный момент времени. Так как лучи света настолько плотны, что зернышко песка, едва заметное глазу, при рассматривании под микроскопом при наибольшем возможном увеличении, видно освещенным в каждой точке, то, следовательно, по всему пространству, освещенному светящимся телом, по всем направлениям рассеиваются очень плотные лучи. Далее, вследствие крайне быстрого движения, любая частица света должна рассматриваться как нечто непрерывное; ибо то, что почти в одно и то же время находится вблизи и светящегося и освещаемого тела и, значит, в любой точке всего расстояния между ними, едва отличается от непрерывного. Затем, по этой гипотезе за предшествующей частицей света необходимо должны следовать в своем пробеге другие, почти бесчисленные с одинаковой скоростью; и все они почти в один и тот же момент времени присутствуют в любой точке своего пути. Какими бы тонкими и редкими мы не представляли себе части-

цы, все же из сказанного выше совершенно ясно, что во всем освещенном пространстве не будет почти ни в какой момент никакого ничтожного промежутка, которого не занимала бы на своем пути световая частица и не делала бы само пространство равносильным плотному телу. Установив это, предположим, что несколько светящихся тел размещены на окружности круга *abcdef*. Свет из светящегося тела *a* будет течь к светящемуся телу *b* (ибо они расположены так, что ясный свет от одного доходит до другого) и равным образом из *b* в *a*; следовательно, свет тела *a* встретится со светом тела *b*; то же самое будет между светом тел *b* и *c*, *e* и *f*. Так как свет, исходящий из каждого тела, равносилен плотному телу, то окружность круга может быть так занята непрерывным светящимся телом этого рода, что из любой точки ее к любой другой ее точке должен направляться свет. Поэтому с неизбежностью различные частицы, несущиеся взад и вперед в бесконечных направлениях, должны сталкиваться между собою, сталкивать друг друга с прямого пути и совершенно нарушать распространение лучей, особенно по прямой линии. А так как это совершенно не согласно с опытом и законами оптики, то, следовательно, не может быть, чтобы не только доступные чувствам тела, но даже и самые редкие и самые тонкие (каковым представляют эфир ньютонианцы) переносились поступательными движениями в одном месте одновременно по любым направлениям, поперечным и встречным, и особенно по прямой линии.



Лемма

§. Теплота распространяется через эфир вращательным движением его частиц.

Доказательство

Солнечная теплота распространяется через эфир до чувствительных земных тел и сообщается им. Теплота чувствительных тел состоит во вращательном движении корпускул собственной материи; следовательно, вращательное движение передается чувствительным телам от эфира. Необходимо, чтобы эфир, сообщая теплоту, сам обладал теплотой. Так как одни и те же действия производятся одними и теми же причинами, то и теплота эфира должна состоять в таком же вращательном движении, и следовательно теплота распространяется в эфире вращательным движением, что и требовалось доказать.

Положение

§. Свет распространяется колебательным движением.

Доказательство

Свет не может распространяться поступательным движением (§), следовательно распространяется либо вращательным, либо колебательным (§). Вращательным движением распространяется теплота (§); но тем движением, которым распространяется теплота, не распространяется свет (§). Следовательно, свет не распространяется ни поступательным, ни вращательным движением,— а потому только колебательным.

Изъяснение

§. Насколько естественной и насколько согласной с природой является эта причина распространения света, делается вполне очевидным по аналогии: ибо, как в воздухе и т. д.

Положение

§. Частицы, составляющие эфир, всегда находятся все в соприкосновении с соседними.

Доказательство 1-е

Свет распространяется через огромнейшие пространства в нечувствительный момент времени (явствует из бесчисленных наблюдений и повседневного опыта): колебательное же движение, которым через эфир распространяется свет, не может иначе происходить, как если одна корпускула ударит в другую корпускулу; а ударить не может, если не прикасается. Прикасание ударяющей частицы может быть прерывным и непрерывным. Положим, что прикасание прерывное; тогда в течепие его будет время, когда одна частица не касается другой и, значит, движется, не сообщая своего движения другой. Так как это должно происходить между любыми частицами освещенного ощутимого пространства, то поэтому распространение света не было бы мгновенным, каково оно есть, но заняло бы заметное время — тем большее, чем больше длина расстояния. Ибо, хотя время, которое эфирные корпускулы затрачивают на движение без соприкосновения, почти бесконечно мало, но корпускул, вследствие их малости, имеется почти бесконечно большое число. А величина бесконечно малая, взятая бесконечно большое число раз, дает нечто осязательное и большое. Поэтому и время распространения света было бы заметным, если бы частицы эфира не были все в соприкосновении; но так как время распространения света на огромные расстояния едва заметно, то, очевидно, частицы эфира должны быть в соприкосновении, что и требовалось доказать.

Изъяснение

§. Пример дает распространение звука, потому что частицы воздуха не находятся в соприкосновении, и т. д.

Доказательство 2-е

Теплота распространяется в чувствительных телах, части которых взаимно соприкасаются (потому что сцеплены); из аналогии и подобия природы следует, что и без взаимного соприкосновения частиц эфира теплота не может распространяться.

Положение

§. Частицы эфира имеют шаровидную фигуру.

Доказательство

Частицы эфира распространяют теплоту вращательным движением (§); к таковому не пригодна ни одна фигура, кроме шарообразной или приближающейся к ней. Поэтому необходимо, чтобы частицы эфира имели фигуру шарообразную или приближающуюся к таковой.

Изъяснение

§. О всеобщей шарообразности частиц, также и частиц чувствительных тел [можно заключить] не только по внутреннему движению их, но также по одинаковости веса тел при любом их положении.

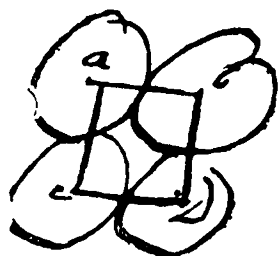
Положение

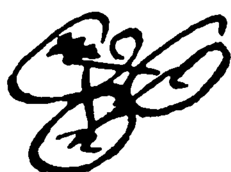
§. Частицы эфира на своей шарообразной поверхности шероховаты.

Доказательство

Теплота распространяется через эфир вращательным движением его частиц, находящихся всегда в соприкосновении с соседними. Предположим, что они все совершенно ровные и гладкие, без всякой шеро-

ховатости; тогда каждая частица будет двигаться своей поверхностью по поверхности другой без всякого трения. Отсюда, не будет никакого основания, чтобы движущаяся частица эфира могла двигать вокруг оси и приводить во вращение соседнюю, находящуюся в соприкосновении с нею. Ибо толчки, производимые колебательным движением, не пригодны для воспроизведения вращательного движения, если не будет трения. Отсюда следует с необходимостью, что частицы эфира должны быть шероховатыми на своей поверхности.





Определение

§. Я называю расположение шарообразных тел, находящихся в соприкосновении, квадратным или кубическим, когда линии, соединяющие центры шаров, образуют квадраты. Треугольным я называю то расположение, при котором эти линии составляют треугольники.



Изъяснение



§. Таким образом, когда шарообразные частицы расположены так, что каждая их четверка имеет центры в углах квадрата *abcd* и по две четверки точно вписаны в куб — то расположение будет квадратное. Если же линии *lm, mn, nl* образуют треугольник, то я называю расположение треугольным, при котором фигура, образуемая четырьмя частицами, будет ромбической.

Присовокупление

§. Между расположением квадратным и треугольным существуют промежуточные расположения почти бесчисленные; именно, когда ча-

стицы a и d отходят друг от друга, а b и c друг к другу приближаются, и наоборот, как это можно видеть на фигурах...

Положение

§. В телах, лишенных сцепления, эфир находится в расположении квадратном или ромбическом, свободном, не стесненном [7]...

Перевод *Я. М. Боровского*



14

СЛОВО О ПРОИСХОЖДЕНИИ СВЕТА, НОВУЮ ТЕОРИЮ О ЦВЕ́ТАХ ПРЕДСТАВЛЯЮЩЕЕ, В ПУБЛИЧНОМ СОБРАНИИ ИМПЕРАТОРСКОЙ АКАДЕМИИ НАУК ИЮЛЯ 1 ДНЯ 1756 ГОДА ГОВОРЕННОЕ МИХАЙЛОМ ЛОМОНОСОВЫМ

Испытание натуры трудно, слушатели, однако приятно, полезно, свято. Чем больше таинства ее разум постигает, тем вящее увеселение чувствует сердце. Чем далее рачение наше в оной простирается, тем обильнее собирает плоды для потребностей житейских. Чем глубже до самых причин толь чудных дел проницает рассуждение, тем яснее показывается неспостижимый всегда бытия строитель. Его всемогущества, величества и премудрости видимый сей мир есть первый, общий, неложный и неумолчный проповедник. Небеса поведают славу божию. Селение свое положил он в солнце, то есть в нем сияние божества своего показал яснее, нежели в других тварях. Оно, по неизмеримой обширности всемирного строения, за далечайшие планеты сияет беспрестанно, распростирая превосходящею мечтание человеческое скоростию непонятное лучей множество. Сии беспрестанные и молний несравненно быстрейшие, но кроткие и благоприятные вестники творческого о прочих тварях промысла, освещая, согревая и оживляя оные, не токмо в человеческом разуме, но и в бессловесных, кажется, животных возбуждают некоторое божественное воображение. Что ж о тако-

вом безмерном света океане представлять себе те должны, которые во внутреннее натуры святилище взирают любопытным оком и посредством того же света большую часть других естественных таинств усердствуют постигнуть? Свидетельствуют многочисленные их сочинения в разных народах, в разные веки свету сообщенные. Много препятствий неутомимые испытатели преодолели и следующих по себе труды облегчили: разгнали мрачные тучи и в чистое небо далече проникли. Но как чувственное око прямо на солнце смотреть не может, так и зрение рассуждения притупляется, исследуя причины происхождения света и разделения его на разные цвéты. Что ж нам оставить ли надежду? Отступить ли от труда? Отдаться ли в отчаяние о успехах? Никак! Разве явиться желаем нерадивыми и подвига толиких в испытании натуры героев недостойными? Посмотрим, коль великую громаду материй на сие дело они собрали, или, как о древних сказывают исполинах, гору великую воздвигли, дерзая приближиться к источнику толикого сияния, толикого цвéтов великолепия. Взойдем на высоту за ними без страха, наступим на сильные их плечи и, поднявшись выше всякого мрака предупрежденных мыслей, устремим, сколько возможно, остроумия и рассуждения очи для испытания причин происхождения света и разделения его на разные цвéты.

В начале сего предприятия рассмотрим основание толикия громады, поставленныя от толь многих, то согласных, то разномысленных строителей; и где оное непорядочно и нетвердо, потщимся исправить и укрепить по возможности орудием собственных своих мыслей. Наконец начнем сограждать свою систему.

Цвéты происходят от света; для того должно прежде рассмотреть его причину, натуру и свойства вообще; потом оных происхождение исследовать. Минув потаенные качества древних, приступаю ко мнениям времен наших, яснейшими физическими знаниями просвещенных. Из оных два суть главнейшие: первое — Картезиево [1], от Гугения [2] подтвержденное и изъясненное, второе — от Гассенда [3] начавшееся и Невтоновым [4] согласием и истолкованием важность получившее. Разность обоих мнений состоит в разных движениях. В обоих поставляется тончайшая, жидкая, отнюдь не осязаемая материя. Но

движение от Невтона полагается текущее и от светящихся тел наподобие реки во все стороны разливающееся; от Картезия поставляется беспрестанно зыблющееся без течения. Из сих мнений которое есть правое и довольно ли к истолкованию свойств света и цвéтов, о том со вниманием и осторожностию подумаем.

Для ясного и подробного понятия должно рассмотреть все возможные материй движения вообще. Итак, положив жидкую, тончайшую и неосязаемую материю света, о чем ныне уже никто не сомневается, три возможные движения в оной находим, которые действительно есть или нет — после окажется. Первое движение может быть текущее или проходное, как Гассенд и Невтон думают, которым эфир (материю света с древними и многими новыми так называю) движется от солнца и от других великих и малых светящих тел во все стороны наподобие реки беспрестанно. Второе движение может в эфире быть зыблющееся, по Картезиеву и Гугениеву мнению, которым он наподобие весьма мелких и частых волн во все стороны от солнца действует, простирая оные по исполненному материею океану всемирного пространства, подобно как тихо стоящая вода от впадшего камня на все стороны параллельными кругами волны простирает, без текущего своего движения. Третье движение быть может коловратное, когда каждая нечувствительная частица, эфир составляющая, около своего центра или оси обращается. Сии три возможные эфира движения могут ли быть в нем действительно и производить свет и цвéты — о том начнем порядочно и внимательно исследовать.

Мнение, полагающее причину света в текущем движении эфира, есть одно только произволенное положение, никаких оснований и доказательств не имеющее. Два только обстоятельства некоторый вид вероятности показывают: первое — правила преломления лучей, Невтоном изобретенные, второе — чувствительное время, в которое свет от солнца к нам приходит [5]. Но правила основаны на подобном произвольном положении о притягательной тел силе, которое знатнейшие ныне физики по справедливости отвергают, как потаенное качество, из старой Аристотельской школы к помешательству здравого учения возобновленное. Того ради, хотя они довольно показывают остроумие авторово, однако мнения его отнюд не утверждают. Чувствительное, но

весьма краткое время, в которое свет от солнца к земли простирается, еще меньше утверждает текущее движение эфира, нежели продолжение времени в простертии голоса после ударения в знатном расстоянии уверяет о течении воздуха. Ежели кто скажет, что свет от солнца происходит течением эфира наподобие реки, для того что есть между тем чувствительное расстояние времени, когда свет от солнца достигает до нашего зрения, тот должен заключить подобным следствием, что воздух от звенящих гуслей течет на все стороны такою же скоростию, какою проходит голос к уху [6]. Однако я представляю себе скорость сильного ветра, когда воздух в одну секунду 60 футов провевает, подымая на водах великие волны и дерева́ с кореньями вырывая, и рассуждаю, что если бы от струн так скоро двигался проходным течением воздух, как голос, то есть больше тысячи футов в секунду, то бы от такой музыки и горы с мест своих сринуты были.

Но хотя обе помянутые догадки, к постановлению оного мнения употребляемые, ниже́ мало вероятным доказательством служить могут, однако уступим на время и, положив, что свет от солнца простирается во все стороны течением эфира, посмотрим, что последовать будет.

Из механических законов довольно доказано, утверждено повседневными опытами и от всех обще принято, что чем какое тело меньше и легче, тем меньше движущей силе противится, меньшее получает стремление; также чем большее имеет себе встречное сопротивление, тем течение оного тела скорее прекращается. Например, если бы кто кинул песчинку из пращи, полетела ли бы она такою скоростию и на толь далекое расстояние, как соответствующий силам руки человеческой камень? Что ж можно представить тоне и легче единой частицы, эфир составляющия? И коль ужасно расстояние от нас до солнца? И кое течение скорее мечтать себе можно, как эфира по вышепомянутому мнению? И кое сопротивление сильнее быть тягости к солнцу, которая не токмо нашу землю, но и другие большие тела к нему понуждает, совращая с прямолинейного движения? В таковых ли неудобностях можем положить происхождение света текущим эфира движением?

Поставим на солнечное сияние через двенадцать часов малую, черную и непрозрачную песчинку. Во все то время потекут к ней беспре-

станно лучи от всего видимого солнечного полукружия, заключающиеся в конической обширности, которая вместо дна имеет круг солнца, вместо острого конца оную песчинку. Кубическое содержание показанного конического пространства, по исчислению, содержит в себе около семисот двадцати миллионов кубичных земных полудиаметров. В каждые осмь минут совершается распростертие света до Земли от Солнца; следовательно, в двенадцать часов перейдет от него к оной песчинке эфирной материи осмь тысяч шестьсот сорок миллионов кубичных земных полудиаметров. Взяв с солнечного сияния песчинку, положим в малую, темную и холодную камеру; тотчас приобретенная от солнца теплота исчезнет, света ни малейшего не окажется. Сей опыт хотя бы кто повторял целый год или век свой в том упражнялся, всегда черная его песчинка останется черною и в темноте не подаст ни малого света. Черные материи приходящих к себе лучей ни назад не отвращают, ни сквозь себя не пропускают. Скажите мне, любители и защитители мнения о текущем движении материи, свет производящия, куда оная в сем случае скрывается? Сказать инако не можете, что собирается в песчинку и в ней вовсе остается. Но возможно ли в ней толикому количеству материи вместиться! Знаю, что вы разделяете материю света на толь мелкие частицы и толь редко оную по всемирному пространству поставляете, что все оное количество может сжаться и уместиться в порозжих скважинах одной песчинки. Сие разделение ваше хотя никакого основания и доказательства не имеет, однако вам уступаю с таким условием, чтобы и мне позволено было по вашему праву разделять материю на толь же мелкие части. Отказать мне в том никак не можете. Итак, я разделяю поверхность черной и непрозрачной песчинки на многочисленные миллионы частей, из которых каждая от целого видимого солнечного полукружия освещается; к каждой оное ужасное количество эфирной материи притекает, в ней умещается, остается. Где покажете столько места? Разве мельче еще материю разделять станете? Но таким же образом и я свои частицы на поверхности песчинки разделять право имею и на каждую столько же свету требовать. Видите, какими затруднениями отягощено произвольное ваше мнение!

Однако скажете еще, что правда, хотя неудобности видим, не видим

невозможности, которая единственно показана быть может произведением прекословных заключений из нашего мнения. Ответствую: неудобность часто живет в соседстве с невозможностию, которую больше, нежели одним путем, в сем вашем мнении сыскать мне случилось.

Между известными вещами что есть тверже алмаза? Что есть его прозрачнее? Твердость требует довольной материи и тесных скважин,— прозрачность едва из материи составлену быть ему позволяет, ежели положим, что лучи простираются текущим движением эфирной материи. Ибо от каждого пункта его поверхности и всего внутреннего тела к каждому же пункту всея поверхности и всего же внутреннего тела проходят лучи прямою линеею. Следовательно, во все оные стороны прямолинейные скважины внутрь всего алмаза простираются. Сие положив, алмаз не токмо должен состоять из редкой и рухлой материи, но и весь должен быть внутри тощий. От твердости следует сложение его из частиц, тесно соединенных, от прозрачности заключается не токмо рухлость, но и почти одна полость, утлой скорлупой окруженная. Сии следствия понеже между собою прекословят, следовательно, произвольное положение, что свет от солнца простирается текущим движением эфира, есть неправедно.

Еще положим, что свет простирается от солнца и от других светящих тел текущим движением эфира. Новая невозможность, новые прекословные заключения воспоследуют. В прозрачном отвсюду алмазе от каждого пункта его поверхности и всего внутреннего тела к каждому пункту всея поверхности и всего внутреннего тела простираются прямолинейные скважины по всему алмазу; по оным скважинам проходит материя света, как выше показано. Свет сообщается с одной стороны на другую без препятствия равною силою. Поставим алмаз между двумя свечами. Лучи с обеих сторон пройдут сквозь алмаз равною силою, и одна свеча с одной стороны в то же время сквозь алмаз таково ж явственно, как с другой стороны другая, видна будет. Что ж здесь? Уничтожить ли нам механику? Положить ли, что когда с обеих сторон равною силою и равным количеством жидкие материи встречаются в узкой скважине, каковы сквозь алмаз быть должны, чтобы одна с другою не встретилась и оную не удержала?

Но только ли еще? Сквозь все алмаза скважины, поставленного между многими тысячами свеч горящих, сколь многим должно быть встречным и поперечным течениям материи света по неисчетным углов наклонениям; но притом нет препятствия и нижé малейшего в лучах замешательства! Где справедливые логические заключения? Где ненарушимые движения законы?

Довольно бы сих опровержений было; однако дабы и последнюю сего мнения отнять вероятность, следующее предлагаю.

Возможно ли быть тому в натуре, чтобы одна и та же самая вещь была самой себя больше? Непреложные математические законы утверждают, что та ж и одна вещь всегда равна сама себе величиною. Противное неправедно и прекословит повседневному искусству и здравому человеческому рассуждению. Однако из произвольного положения и мнения Гассендова и Невтонова конечно сие следует. Лучи солнечные возвращаются извнутрь от боку стеклянныя призмы так сильно, что положенные вещи таково же явственно изображают, как бы кто глядел на самые вещи прямо. Из сего искусства следует, что все лучи от помянутого боку отвращаются и едва малое число их сквозь проходит. С другой стороны, сквозь тот же бок толь явственно предлежащие вещи видеть можно, как бы они беспосредственно зрению предлежали. Из чего также неспоримо следует, что все лучи солнечные сквозь оный бок проходят и едва малое оных число отвращается. Не явствует ли здесь, что из помянутого мнения следует? Столько ж лучей от оной поверхности отвращается, сколько на нее падает, и столько ж сквозь проходит, то есть лучей солнечных материя будет самой себе вдвое больше. Ныне должно одного из двух держаться и утверждать, что мнение о простертии лучей текущим движением эфирной материи есть ложно или что оно право, и купно верить, что одна и та же самая вещь в то же время самой себя больше.

Рассмотрев невозможность сего движения эфирной материи, обратимся ко второму, то есть коловратному движению, и посмотрим, может ли оно быть причиною света.

Доказано мною в Рассуждении о причине теплоты и стужи [7], что теплота происходит от коловратного движения частиц, самые тела со-

ставляющих. На что хотя бывших возражений несправедливость ясно показана, однако не должно преминуть, чтобы вкратце оное еще не утвердить новыми доводами из самого искусства.

Железо, когда куют, нагревается, собственная его материя плотнее сжимается, посторонняя вон выходит, ясно доказывая, что внешняя материя, умаляясь, не прохлаждает,— собственная, стесняясь трением и обращением частиц, разгорается.

Когда медь или другой металл в крепкой водке [8] растворяется или известь водою будет помочена, тогда без всякого согревающего тела теплота в них производится сама собою. По мнению защитителей теплотворной материи, должно ей тут из других ближних тел собраться, и, следовательно, оным телам надлежит простынуть. Но сие всем опытам является противно. Итак, принятая произвольно теплотворная материя содержит равновесие и не содержит: содержит равновесие, когда из теплого тела выходит в холодное, согревая оное и сама простывая до равного теплоты градуса; не содержит, когда известь согревается без прохлаждения вещей, близ ее лежащих,— явное прекословие.

Свинец в кипящей воде сколь бы долго ни держался, однако больше теплоты в себя не принимает, как сама кипящая вода показывает оную термометром. По мнению патронов теплотворной материи, входит в нечувствительные скважины и оные по мере их величины наполняет. Тот же свинец вне воды несравненно больший градус теплоты на себя принимает, растопляется, разгорается и в стекло претворяется. Здесь, по мнению выходящия и входящия материи, следовать должно, что тот же свинец вне воды больше скважины имеет, нежели внутрь оныя, и сам себе бывает неравен и неподобен в то самое время, когда свинцом остается.

Кипящею водою угашается раскаленное железо. Следовательно, по мнению тех, которые причину теплоты и стужи полагают в материи огненной, из одного тела в другое происходящей, выходит оная из железа в кипящую воду. Но по известным опытам и неспоримым заключениям явствует, что вода, когда кипит, горячее быть не может. Следовательно, по тому же мнению, и теплотворной материи в себя больше отнюд не принимает. Видите — явное прекословие! В одно и то же са-

мое время от того же одного железа вода теплотворную материю принимает и не принимает.

Из животных беспрестанно теплота простирается и нагревает приближенные к ним вещи. Многие из оных никогда теплой пищи не принимают. Поборники и защитники теплотворной материи, истолкуйте, какою дорогою входит она в животные нечувствительно, чувствительно выходит? Разве она, когда входит, холодна бывает? То есть теплота студеная, равно как свет темный, сухость мокрая, жесткость мягкая, круглость четыреугольная!

Все сии затруднения, или лучше сказать, невозможности, уничтожатся, когда положим, что теплота состоит в коловратном движении нечувствительных частиц, тела составляющих. Не нужно будет странное и непонятное теплотворной некоторой материи из тела в тело прехождение, которое не токмо не утверждено доказательствами, но ниже́ ясно истолковано быть может. Коловратное движение частиц на изъяснение и доказательство всех свойств теплоты достаточно. Для большего о сем уверения отсылаю охотников к Рассуждению моему о причинах теплоты и стужи и к ответам[9] на критические против оной рассуждения.

Ныне время рассмотреть, может ли коловратное движение эфирных частиц быть причиною света.

Солнце хотя светит купно и согревает, однако много таких есть случаев, что с великим жаром нет ни малейшего света, и с ясным светом теплоты не находим. Вынятое из горна железо, когда уже погаснет, в темноте нимало не светит, однако такой жар в себе содержит, что воду кипеть принуждает, зажигает дерево, олово и свинец растопляет. Напротив того, собранные зажигательным зеркалом лучи солнечные, от полного месяца отвращенные, светят весьма живо и ясно, но теплоты чувствительной не производят. Не упоминаю электрического света фосфора и других, в темноте без жару свет испускающих материй. Итак, когда без света огонь и без огня свет быть может, следовательно, оба от разных причин происходят. Эфиром сообщается земным телам свет и теплота от Солнца. Потому заключить должно, что оба тою же его материею, но разными движениями производятся. Текущего дви-

жения невозможность доказана; коловратное есть огня и теплоты причина. Того ради, когда эфир в земных телах теплоту, то есть коловратное движение частиц производит, сам должен иметь оное. Посему когда эфир текущего движения иметь не может, а коловратное теплоты без света причина, следовательно, остается одно третье [10], зыблющееся движение эфира, которое должно быть причиною света.

Хотя сие уже довольно доказано, однако еще посмотрим: первое, нет ли в простертии света зыблющимся движением прекословных следствий, таких же, каковы произведены из мнения о текущем движении эфира; второе, можно ли толковать разные свойства света.

Что до первого надлежит, то имеем ясный пример в зыблющемся движении воздуха, которым голос от места на место простирается. Сколько есть разных голосов, всяк себе удобно представит, как только подумает о разных музыкальных тонах, разной громкости, от разных инструментов, также о голосах птиц и других животных; еще о громе, звоне, стуке, треске, свисте, визге, скрыпении, журчании и разных их напряжениях и возвышениях, сверх того, о разных букв выговорах на разных языках. Все сии бесчисленные различия голоса простираются прямою линеею, друг друга пересекают не токмо по всякому возможному углу, но и прямо встречаются, один другого не уничтожая. Стоя близ звенящих гуслей, слышу в одной стороне пение соловья, в другой — певцов голос и речи; там звон колокольный, инде топот конский; все голосы к моему слуху и к других многих приходят, и которому из них больше внимаем, тот яснее слышим. Итак, имеем доказательство, что натура к великим и многим делам употребляет зыблющееся движение жидких тел, каков есть воздух. Подобным образом представив показанную выше невозможность текущего эфирного движения, без сомнения принять мы должны зыблющееся его движение за причину света, ибо из вышереченного зыблющегося движения прекословия не следует. Не надобно в одну песчинку вместить материи, которая между ею и между солнцем ужасной обширности пространство толь много крат занимает. Не надобно, чтобы алмаз был ничего больше, как одна тощая рухлая скорлупка. Не надобно принимать других прекословных мнений.

Второе — удобность сея системы, что оное [a] весьма служит к ясному истолкованию действий и обстоятельств света, неспоримо подтверждает разные движения как причины теплоты и света.

Показано выше, что лучи от лунного полукружия, стесненные зажигательным зеркалом, не показывают теплоты чувствительной, свет имеют, зрению едва сносный. Сие чудное свойство ясно и понятно будет по вышедоказанным положениям. Эфирная материя между Солнцем и Луною движется частиц своих зыблющимся и коловратным движением. Коловратным согревая Луны поверхность, оное притупляет; зыблющееся, которое не для согрения, но для освещения служит, меньше силы своей теряет, так что отвращенные лучи от нашей Земли к Луне достигают и от ней паки возвращаются, показывая часть темныя ее стороны вскоре после новолуния.

Ртуть в стекляно́м сосуде, воздуха в себе не имеющем, падая мелкими каплями, свет без теплоты производит. Всем знающим известно, что круглая жидкая капля после удару о твердое тело трясется, сжимаясь и расширяясь, таким образом приводит эфир в трясущееся движение, которое свет рождает. Так светится фосфор и другие ему сродные материи, без жару сияющие. Сих явлений истолкование для краткости времени может быть ныне довольно.

Наступает по порядку, чтобы объявить мое мнение о причине цветов и оное доказать по вероятности. Но прежде, нежели представлю, покажу основание, которое во всей физике поныне не известно, и не токмо истолкования, но еще имени не имеет, однако толь важно и обще во всей натуре, что в произведении свойств, от нечувствительных частиц происходящих, первейшее место занимает. Я называю оное *совмещением частиц* [11]. Сила оного основания зависит от сходства и несходства поверхностей частиц одного и разных родов первоначальных материй, тела составляющих.

Представьте себе всемирного строения пространство, из шаричков нечувствительной, но разной величины состоящее; поверхность их, наполненную частыми и мелкими неравностями, которыми оные частицы

---

[a] *По-видимому, опечатка вместо* **оная.**

наподобие зубцов, каковы на колесах бывают, друг с другом сцепиться могут. Из механики известно, что те колеса сцепляются и друг с другом согласно движутся, которых зубцы равной величины и одного расположения, лад в лад приходят; а которых величина и расположение разны, те не сцепляются и друг с другом согласно не движутся. Сие нахожу в нечувствительных первоначальных частицах, все тела составляющих, от премудрого архитектора и всесильного механика устроено и утверждено между непреложными естественными законами, и называю сцепляющиеся согласно друг с другом частицы *совместными*, не сцепляющиеся и не движущиеся согласно — *несовместными*.

Вообразив сие основание, ясно себе представить можете всех чувств действия и других чудных явлений и перемен, в натуре бывающих.

Жизненные соки в нервах таковым движением возвещают в голову бывающие на концах их перемены, сцепясь с прикасающимися им внешних тел частицами. Сие происходит нечувствительным временем для беспрерывного совмещения частиц по всему нерву от конца до самого мозгу. Ибо по механическим законам известно, что многие тысячи таковых шаров или колес, когда они стоят в совместном сцеплении беспрерывно, должны с одним повернутым внешнею силою вертеться, с остановленным остановиться и с ним купно умножать или умалять скорость движения.

Таковым образом кислая материя, в нервах языка содержащаяся, с положенными на язык кислыми частицами сцепляется, перемену движения производит и в мозге оную представляет. Таким образом рождается обоняние. Так происходят химические растворы, спуски, кипения. Сим путем бывает восхождение жидких материй в узкие трубки. Сим орудием электрическая сила действует и ясно представлена, истолкована и доказана быть может без помощи непонятного вбегающих и выбегающих без всякой причины противным движением чудотворных материй [a]. Представим только, что чрез трение стекла производится в эфире коловратное движение его частиц отменною скоростию или стороною от движения прочего эфира. От поверхности стекла простирается оное движение по удобным к тому особливо водяным или

[a] *По-видимому, в этой фразе пропущено допущения.*

металлическим скважинам. Не требуется здесь непонятное текущее движение частиц эфира, но токмо легкое вертение оных. Там понять не можно, как текущий эфир от малой точки электрической в нечувствительное время толь далече проходит; здесь явствует, что чрез приложение электрованной руки к неэлектрованному телу обращающиеся коловратным движением совместные частицы, в порах оного сцепляясь одна с другою, во всем том теле в один миг электрическое коловратное движение производят, умножив его скорость или переменив сторону. В то же самое время скорость коловратного движения тише становится в электрованном человеке, для того что все тела, сообщая движение другим, от своего уделяют; следовательно, оное в них убывает. Там механическим законам противно, когда текущий эфир по весьма долгой и в разные стороны изогнутой многочисленными образы проволоке, не наблюдая никаких отвращения и сражения правил, во многих миллионах углов движения своего отнюд не теряет; здесь все сии неудобности коловратным движением совместных частиц эфирных уничтожаются, ибо оное, не взирая ни на углы, ниже на какие сгибы и стороны проволоки, беспрепятственно производиться может. Электрическая искра и чувствие болезни, громовые удары и другие явления и свойства по бывшим доныне толкованиям еще больше чудны, нежели ясны остались. По сей системе совмещения частиц представляются легко понятным механическим образом. Однако здесь краткость долее толковать не позволяет, и прекрасные цвѣты от громовых электрических туч слово мое к себе отзывают.

Всё помянутых эфирных частиц несказанное множество разделяю на три рода разной величины, которые все суть сферической фигуры. Первого рода частицы суть самые большие в беспрерывном взаимном прикосновении и в квадратном положении. Посему, считая кубичное тело против шара одного диаметра вдвое, останется порозжего места между оными частицами почти столько же, сколько оные шары занимают. В оных промежках полагаю эфирные частицы второго рода, которые, будучи оных много мельче, знатным числом в каждом умещаются и квадратным положением и беспрерывным прикосновением друг к другу подобным образом занимают половину места оных про-

межков, следовательно, количеством материи суть в половину против первых. Также полагаю и третий род самых мелких частиц эфирных в промежках частиц второго рода. Оные третьего рода частицы таким же порядком расположены и по вышепоказанному геометрическому размеру будут количеством материи к количеству материи вторых, как один к двум,— к количеству материи первых, как один к четырем. К дальнейшему разделению еще тончайших частиц ни причины, ни нужды, ни виду не имею. Сии три рода эфирных частиц каждая с другою своего рода совместны, с частицами прочих родов несовместны; так что когда одна частица первого рода обращается коловратным движением, сцепясь с прочими своего рода, силою совместия многое число в знатном круг себя расстоянии движет. Второго и третьего рода частицы оного движения не причастны будут. Сие ж разумеется и о прочих двух родах частиц. Кратко сказать, что два рода частиц могут стоять без обращения, когда один коловратно движется; и когда два обращаются, один быть может неподвижен, равно как и все три двигаться и быть все в покое могут, не завися один от другого

Чувствительные тела по разделению и по согласию знатнейших химиков состоят из первоначальных материй, действующих и страждущих, или главных и служебных. Во-первых, полагают соляную, серную и ртутную материю; во вторых — чистую воду и землю. Обыкновенную соль, серу и ртуть не почитают они самыми первоначальными простыми и несмешанными материями, но токмо имена от них заимствуют для преимущества в них оных первоначальных материй.

Я приметил и чрез многие годы многими прежде догадками, а после доказательными опытами с довольного вероятностию утвердился, что три рода эфирных частиц имеют совмещение с тремя родами действующих первоначальных частиц, чувствительные тела составляющих, а именно: первой величины эфир с соляною, второй величины со ртутною, третьей величины с серною или горячею первоначальною материею; а с чистою землею, с водою и воздухом совмещение всех тупо, слабо и несовершенно. Наконец, нахожу, что от первого рода эфира происходит цвет красный, от второго — желтый, от третьего — голубой. Прочие цветы рождаются от смешения первых.

Видев строение сея системы, посмотрим на ее движение. Когда солнечные лучи свет и теплоту на чувствительные тела простирают, тогда зыблющимся движением эфирные шарички к поверхности оных прикасаются и прижимаются, коловратным движением об оную трутся. Таким образом совместные эфирные частицы сцепляются с совместными себе частицами первоначальных материй, тела составляющих. И когда сии к коловратному движению неудобны для какой-либо причины, тогда притупляется коловратное движенние эфира того роду; зыблющееся движение остается еще в силе. В таковых обстоятельствах следующие явления бывают.

Когда какого-нибудь чувствительного тела смешанные частицы так расположены, что каждая первоначальная материя имеет место на его поверхности, тогда всех родов эфирные частицы к ним прикасаются, чрез совмещение теряют коловратное движение, и для того лучи солнечные без оного не производят никаких цветов в глазе, не имея силы побуждать в коловратное движение на дне составляющие его части. Итак, тела показываются тогда черными. Положим смешение чувствительного тела такое, что из господствующих первоначальных материй ни одной нет на поверхности смешанных его частей, но оную объемлют частицы чистые земляные или водяные. Тогда все роды эфирной материи должны иметь с ними слабое совмещение, и коловратное движение едва какое препятствие претерпевает, следовательно, с трясущимся движением на дно ока действует, производит всех цветов в зрении чувство, и такого рода смешанные тела имеют цвет белый.

Потом пускай будет на поверхности частиц смешанной материи первоначальная кислая материя; прочих или нет в смешении, или оною кислостью покрыты. Тогда первого рода эфирная материя, для совмещения с оными лишась коловратного движения, не будет в глазе производить чувствия красного цвета, и только желтый и голубой эфир, обращаясь, свободно действовать станут в оптических нервах на ртутную и горючую материю, произведут чувствие желтого и голубого цвета в одно время, от чего таковые тела должны быть зелены. Равным образом на поверхности одна материя ртутная вишневый, одна горючая — рудо-желтый цвет в телах производят.

Когда же две материи на поверхности смешанных частиц место имеют, тогда от кислой и ртутной чувствителен остается цвет голубой, от кислой и горючей — желтый, от ртутной и горючей — красный, затем что в первом случае нет на поверхности материи горючей для воспящения эфира голубого, во втором нет ртутной для удержания желтого, третьем нет кислой для воспящения красного эфира.

Уже видите целую систему моего о происхождении цветов мнения; надлежит наконец предложить на то доказательства и уверить, что предложенная моя идея есть больше, нежели простая выдумка или произвольное положение.

Во-первых, что до тройственного числа цвéтов надлежит, уверяют всякого от предупрежденных мыслей свободного человека многочисленные оптические опыты, от славного физика и трудолюбивого испытателя натуры цветов Мариотта[12] учиненные, который не опровергнуть, как некоторые думали, но исправить Невтонову теорию о разделении света преломлением лучей на цветы старался и только утвердить, что в натуре три, а не семь главных цветов[13].

Разной величины частиц и вышепоказанного их расположения требует сама натура, которой равное оных повсюду разделение необходимо нужно, дабы повсюду одна пропорция была трех родов эфира и чтобы оная никаким стремлением или сопротивлением оныя не потеряла, и каждый бы род непрерывного совмещения не лишился. Сие изъясняю простым и весьма понятным примером. Представьте себе некоторое место, наполненное пушечными ядрами, так что больше оным уместиться в нем не можно. Однако будут меж ними места праздные, которые могут в себе вместить пулей фузейных великое множество. Меж пулями промежки пускай будут наполнены мелкою дробью. В таковом состоянии пускай придут ядра, пули и дробь в движение, какое только представить можно. Ядра останутся повсюду в одной пропорции; каким же образом пули по пропорции меж ядрами свое место всегда займут; промеж пулями дробь по равной мере останется. И таким образом беспререрывное прикосновение между тремя родами шариков пребудет. Сей способ, и только один, возможен к сохранению повсюду равной пропорции в смешении трех родов эфира. Ибо в прочем ежели б

эфир разнился фигурою или тягостию, то бы невозможно было ему стоять в равномерном смешении повсюду. Посмотрим на движение воздуха, на волны морские, на течение Земли годовое и повседневное, на планет и комет обращения; всегда остается от них эфир в равной пропорции своего смешения, невзирая на их стремление и силу. Не соберется каждый род в одно место, выключая другие. И быть тому невозможно, по вышеописанному расположению. В иных обстоятельствах быть бы тому надлежало.

Натура тем паче всего удивительна, что в простоте своей многохитростна, и от малого числа причин произносит неисчислимые образы свойств, перемен и явлений. На что ж ей особливые роды эфиров для рудо-желтого, для зеленого, для вишневого и других смешанных цветов, когда она рудо-желтый из красного и желтого, зеленый из желтого и голубого, вишневый из красного и голубого, другие роды смешанных цветов из других разных смешений сложить, может? Живописцы употребляют цвéты главные, прочие чрез смешение составляют; то в натуре ли положить можем большее число родов эфирной материи для цвéтов, нежели она требует и всегда к своим действиям самых простых и коротких путей ищет?

Кроме сего, что преломленный свет призмами с надлежащею точностию показывает тройственное число первообразных простых цвéтов, явствует оное в телах, огнем разрушаемых. Когда горит свеча, дерево или другое тело, которое живым и свободным пламенем воспаляется, тогда видим в углях огонь красный, в самом пламени желтый, между углями и желтым пламенем голубой [14], то есть трех первоначальных материй частицы, тело оное составляющие, в коловратное движение приведенные, жаром самого горящего тела движут эфир троякого рода. В углях кислая материя движет совместный себе эфир красный; в самом пламени ртутная — желтый, над углем горючая — голубой, ибо она, удобнее и прежде ртутной в пламени обращаясь, голубой эфир в коловратное движение приводит. Сие все приобретает от следующих бóльшую вероятность.

Чистая двойная водка [15] бóльшую часть горючей материи в себе содержит, и, кроме малой кислости, никто ничего меркуриального в

ней не приметил. Загоревшись, пылает голубым пламенем, ясно показывая что горючая первоначальная материя, обращаясь в нем коловратным движением, третьего рода эфир, себе совместный, обращает и производит чувство цвету голубого. Минеральная сера, кроме горючей материи, содержит в себе кислую, ртутной не имеет и для того, возгоревшись пламенем, дает цвет вишневый, чему по сей системе быть должно. Ибо, обращаясь, частицы кислой материи приводят в коловратное движение эфир красный, который купно с голубым к воображению вишневого цвета способен. Ртутная первоначальная материя должна по вышеписанному производить пламень желтый. Сие явствует из искусства артиллеристов, которые в увеселительных огнях для произведения желтого пламени употребляют сурьму — изобилующее ртутною материею тело.

Фосфор, когда светится или и пламенем загорается, цвет показывает зеленоватый, что смешению его явно соответствует, ибо фосфор состоит из горючей материи и соляной кислости, которая смешана со ртутною материею.

Золото, когда после растопления простужается и приступает к состоянию твердого тела, тогда сияет светом зеленым, весьма приятным. Что тогда происходит в его смешении? Кислая материя теряет прежде всех коловратное движение (ибо она больше жару требует), прочие две, горючая и ртутная, еще к вертению частиц жару имеют довольно, обращаются коловратным движением, вертят эфир второго и третьего роду и тем чувствие желтого и синего вместе, то есть зеленого цвету производят.

Пламень зеленого цвету хотя показывается от многих горящих тел, но больше всего от меди. Причем сие примечания достойно, что при ее плавлении пламень весь зелен становится, когда накинут новое холодное уголье. Сие от той же причины, от которой зелень простывающего золота происходит, то есть от холодного уголья жар пламени убывает, кислая материя горячей меди коловратного движения силу теряет, горючая и ртутная от слабого жару довольною скоростию движутся. Таковым образом без движения красного эфира желтый и голубой представляет зелень в чувстве зрения.

Сии искусства, утверждающие мое мнение своим согласием, показывают действие первоначальных материй, когда оне, обращаясь в пламени, коловратным движением движут эфир и чрез совместность производят в чувстве зрения разные цвéты [16]. Ныне следует показать, как он от поверхности освещенных тел в око отвращается и чрез разное совмещение разные цвéты производит. Для сего посмотрим, во-первых, на черность и на белость тел осязаемых, потом к цветам приступим.

Вода, когда кипит, больше теплоты на себя не принимает. Следовательно, оных частиц совмещение с прочими, приведеными в окружное движение материями, не может прийти в равную скорость. Так эфирные частицы, не имея точного совмещения с водяными, на поверхности смешения чувствительных тел положенными, приходят к зрению с окружным движением всех трех родов эфира и возбуждают чувство всех цвéтов, то есть цвету белого. Но когда к белой горючей материи, например к бумаге или дереву, огонь прикоснется, тотчас оно почернеет и в уголь обратится. Отчего сие последует? Вода, бывшая в смешении, отгоняется жаром, и действующие первоначальные материи, оставшись обнаженными, удерживают совмещением эфир от коловратного движения, которое не достигая нашего ока, ни единого цвета чувства в нем не производит, и для того черность нам представляется. Отсюду происходит, что белые вещи меньше, черные больше от солнца нагреваются. Ибо все три рода эфирной материи за частицы черных тел по совмещению зацепляются и их к коловратному движению побуждают; с белыми противное тому происходит.

Зажигательное сильное зеркало, покрытое черным лаком, производит в зажигательной точке свет превеликий, жару — ни мало, ясно показывая, что коловратное движение эфира в черной материи утомилось, зыблющееся беспрепятственно осталось.

Здесь меня не без основания вопросить можете, что не поставляю ли я для теплоты и цвéтов одной причины, явлений толь разных? Ответствую, что движение, теплоту и цвéты производящее, есть коловратное, материи — разные. Теплоты причина есть коловратное движение частиц, чувствительные тела составляющих. Цвéтов причина есть коловратное движение эфира, которое теплоту купно сообщает земным те-

лам от Солнца. Немалое теплоты и цвéтов сродство из сего явствует, но больше увидим, ежели далее в натуру обоих сих свойств углубимся. Для нынешнего случая довольно быть может новое примечание, что цветы холодных тел живее представляются зрению, нежели теплых.

Возьмите одноцветной материи, особливо красной, того же куска две части. Одну положите на горячем камне или железе, только чтобы она не загорелась; другую — на холодном, особливо зимою в великие морозы. Увидите ясно, что на холодном камне часть материи очевидно краснее, нежели на горячем. Сию правду можно изведать, переменяя части материи с горячего камня на холодный и с холодного на горячий, сколько раз будет угодно. Другие цветы не так чувствительно переменяются.

Здесь ясно видеть можно, что в студеных телах частицы, их составляющие, тише коловратным движением обращаются, сильнее эфир воспящают. А те, которых нет на поверхности смешения, свободен оставляют тот, который не имеет на поверхности совмещения; для того он, отделен от других, яснее кажется. Напротив того, в горячих телах частицы скорее движутся; эфирных частиц так сильно от коловратного движения не удерживает; для того остальным их движением главный цвет заслепляется и не так жив к зрению приходит. Сие заключил я сперва по своей теории и после искусством нашел истинно.

Ныне время уже взглянуть во все три владычества многообразные натуры, дабы хотя вкратце показать, коль велико есть сходство в сложении животных, произрастающих и минеральных вещей с сею системою

Из химических опытов известно, что в смешении животных весьма мало открытой кислоты находится; потому мало в них и зелени. Итак, части животных когда разрушаются, не киснутье, но согнитие следует. Киснутьем кислая и горючая, согнитием ртутная первоначальная материя из смешения свобождается. Посему явствует, что кислая первоначальная материя закрыта в животных другими и мало производит кислого вкуса и зеленого цвета.

Напротив того, в произрастающих зеленость и кислота преизобилуют: во всех частях, где зелень, тут и кислота чувствительна; в цветах кислота и зелень теряется. Незрелые плоды кислы и зелены, зрелые синевою, румянцем, желтостью или багряностию одеваются, и разные

роды сладости получают, которою кислость или умаляется, или вовсе заглушается.

Когда дерево гнило или листы с дерев опали, тогда показывают на себе цвет желтый: чрез согнитие ртутная материя от смешения разделяется, рассыпается по воздуху. Следовательно, второго рода эфир, то есть желтый, не имеет совмещения на поверхности оных, не теряет коловратного движения и, простираясь до нашего ока, производит оное в совместной себе ртутной материи в черной перепонке на дне глаза и в оптическом нерве и чувствие желтого цвета возбуждает.

В минеральном владычестве натуры, имев большее обращение через химию, мог бы я представить примеров великое множество, которыми утвердить справедливость сего моего мнения, изъясняя разные в горных вещах и в химических действиях цветов свойства и явления. Однако все в нынешнее мое слово вмещены быть не могут. Для того малую часть оных представлю.

Вода и чистые земли и камни не имеют никакого иного цвету, кроме белого, то есть все три рода эфиров отвращают, не отняв коловратного их движения. Сие сходствует с вышепоказанным, что они с эфиром имеют мало совмещения. Напротив того, черные тела всегда бывают из многих разных материй смешаны, и с эфирами всех родов будучи совместны, коловратное их движение препятствуют, без которого не может в оке изображено быть чувствие какого-нибудь цвета.

Не могу умолчать здесь о противном посвседневному искусству мнении тех, которые, полагая простертие света в течении эфира, черность производят от множества скважин, которые они черным телам приписывают, и утверждают, что свет, вшед в оные, исчезает. По сему их мнению, чем какое тело больше скважин имеет, тем чернее, чем меньше, тем более быть должно. Посему белый мел плотнее должен быть черного мрамора, краски — темнее тертые, нежели нетертые, чему все противное в натуре находим.

Не сходственное с сим, а вышепоказанной моей системе соответствующее явление показывает делание чернила. Составляющие его материи когда еще в разделении частицы их свободно в воде движутся коловратным движением, эфирных шаричков почти нимало не воспящают,

и для того цвет их знатной черности не имеет. Но когда вместе слиты соединятся в едино смешение частицы, тогда смешанные будут крупны и к коловратному движению мало удобны; тогда все три рода эфира в коловратном движении воспящаются и, не приходя с оным в око, никаких цветов чувствия не производят и смешение черно представляют. Прилитием крепкой водки белеет чернило, для того что кислость соединение смешанных материй разделяет и тем дает большую свободность к движению; от алкалической соли [17] черность в чернило возвращается, затем что кислая материя, взяв в смешение свое оную, дает свободу снова соединиться материям, чернило составляющим.

Таковое соединение в крупные смешанные частицы первоначальных частиц, тела составляющих, происходит во всех химических спусках [18], когда, из жидких растворов отделясь, растворенные материи между собою в грубые частицы соединяются, на дно опускаются и производят разные цветы, по тому, какие материи поверхность их большим количеством занимают.

Отсюду происходит, что самые кислые минеральные жидкие материи зеленого цвету не имеют, ибо свободно в воде движутся и эфира красного в коловратном движении не воспящают. Но как скоро кислые их частицы от какой-нибудь причины к коловратному движению станут неудобны, тогда, воспящая эфир первого рода, красный цвет угашают и оставляя голубой и желтый на свободе, производят цвет зеленый, например: когда купоросное так называемое масло [19] (материя, все другие кислотою превосходящая) в великие морозы огустеет и частицы его весьма малое коловратное движение имеют, тогда рождается в нем цвет зеленый. Равным образом медь и железо, перед прочими металлами с кислыми материями сродные, которые не токмо в них самих скорее других растворяются, но и в парах их разрушаются, показывая взаимное совмещение частиц одного рода, чрез соединение для крупности частиц потеряв удобность коловратного движения, кислотою удерживают эфир красный; и для того растворы их, хрустали [20] и опуски в чистом кислом купоросном масле больше к зеленому цвету склоняются.

Желал бы я показать для утверждения сея системы все примеры из многочисленных опытов, которые особливо мною учинены в изыска-

нии разноцветных стекол к мозаичному художеству, хотел бы я изъяснить все, что о цветах чрез пятнадцать лет думал [21] между другими моими трудами. Но сие требует, во-первых, весьма долгого и больше, нежели для публичного слова позволенного, времени. Второе, к ясному всего истолкованию необходимо нужно предложить всю мою систему физической химии, которую совершить и сообщить ученому свету препятствует мне любовь к российскому слову, к прославлению российских героев и к достоверному изысканию деяний нашего отечества.

Итак, ныне прошу сие изъявление моих мыслей о происхождении цве́тов принять за благо и терпеливо обождать, ежели бог совершить судит, всей моей системы. Особливо ж тем представляю, которые, обращаясь с похвалою в одной химической практике, выше углей и пеплу головы своей поднять не смеют, дабы они изыскания причин и натуры первоначальных частиц, тела составляющих, от которых цветы и другие чувствительных тел свойства происходят, не почитали тщетным и суемудренным. Ибо знание первоначальных частиц толь нужно в физике, коль сами первоначальные частицы нужны к составлению тел чувствительных. Для чего толь многие учинены опыты в физике и в химии? Для чего толь великих мужей были труды и жизни опасные испытания? Для того ли только, чтобы, собрав великое множество разных вещей и материй в беспорядочную кучу, глядеть и удивляться их множеству, не размышляя о их расположении и приведении в порядок.

Итак, когда простые вымыслы без всяких доказательств и трудным неудобностям подверженные положения служили многим к славе во всем ученом свете, то и я от него ожидаю, что сия моя система их внимания удостоена будет. Важность материи к тому побудит. Бо́льшая часть прохладов и утех в жизни нашей от цветов зависит. Красота лица человеческого, одежды и другие украшения и утвари, приятность многоразличных минералов и драгоценных камней, потом животных разного рода, наконец все сияние благоприятного и прекрасного солнца, все, что оно в своем великолепии по расцветающим полям, в лесах и в моря́х производит,— все сие не достойно ли внимания нашего?

Предложив мое мнение вкратце о сей трудной, но веселой и нынешнему торжеству приличествующей материи, от солнечного света к о́си-

янным радостию сердцам вашим обращаюсь, слушатели, которая, не вмещаясь в тесноте оных, на лицо и на очи ваши преизобилует. Обращаются в мыслях ваших бывшие для нынешнего праздника восклицания и плески во дни Петровы, ныне божеским благословением и счастием великая Елисаветы возвращенные и умноженные сугубым тезоименитством пресветлейших государей и великих князей Петра и Павла. С вашими, слушатели, и с общенародными к ним поздравлениями приносит императорская Академия Наук чрезвычайным публичным собранием всенижайшее изъявление благоговения и радости. О коль прекрасное и в полном великолепии господствующей весне подобное имеем воображение посреде утех наших! Воображение величества, могущества, славы и всех добродетелей несравненныя монархини нашея! Воображение ко всем снисходительства, взаимной любви и прочих великих дарований благословенных супругов, их императорских высочеств! Воображение возлюбленной младой их отрасли, сладчайшего чаяния и упования сердец наших! Всех вас желания, слушатели, и всего отечества с нашими согласно взывают. Цвет прекрасный, дражайший, вселюбезный, от благороднейшего во всей Европе корене произращенный, пресветлейший государь великий князь Павел Петрович, расцветай посреде изобилия пространного сада всеросийского государства, обновленного и крепкими оплотами огражденного чрез бессмертные труды твоего великого прадеда, украшенного прехвальными добротами и божественными благодеяниями законныя его наследницы, ревностныя подражательницы, достойныя толикого отца дщери, всемилостивейшия государыни нашея. Возрастай в сиянии милости безначального солнца; услади всех нас благоуханием всеобщия радости; возвесели очи и сердца наши неувядающею красотою своего неоцененного здравия; достигни беспрепятственно полной зрелости; размножь вожделенные плоды наследства к вечному удовольствию отечества.



15

ОБ ОТНОШЕНИИ КОЛИЧЕСТВА МАТЕРИИ И ВЕСА

Всякий раз, как мы рассматриваем огромное множество разных мнений о явлениях природы, мы не без горестного изумления видим, что после стольких усилий великих мужей, после стольких славных открытий такое множество физических явлений до сих пор остается недостаточно объясненными, особенно в той части естественных наук, которая изучает качества тел, происходящие от мельчайших частиц, недоступных какому бы то ни было зрительному ощущению. Но это будет казаться менее удивительным, как только мы примем в соображение, что самые первые начала механики, а тем самым и физики еще спорны и что наиболее выдающиеся ученые нашего века не могут прийти к соглашению о них. Самый явный пример этого — мера сил движения, которую одни принимают в простом, другие — в двойном отношении скорости [1].

Подобным же образом спорным представляется вопрос, дает ли отношение тяжести тел правильную меру количества их материи.

Хотя многие считают это доказанным, и большинство ученых пользуется как аксиомой положением: *количества материи тел относятся как веса их,* однако есть много обстоятельств, говорящих против этого, и настолько существенных, что они заслуживают внимания ученого мира.

Действительно, это положение бесспорно для однородных тел; но мы нигде не находим достаточного доказательства того, что оно имеет силу

для тел разнородных; и если принять его на веру, то окажется, что оно не только недостаточно для объяснения явлений природы, но даже во многом ему препятствует, как будет ясно из дальнейшего.

Мы изъявляем полное согласие, когда читаем у Ньютона [2], что *воздух удвоенной плотности в удвоенном пространстве делается четверным, в утроенном — шестерным; и то же мы предполагаем для снега или порошков, уплотненных сжатием или приведением в жидкое состояние.* Но мы не считаем возможным безоговорочно согласиться с высказываемым там общим положением, что *масса познается по весу каждого тела*, так как от частного к общему нельзя делать выводов; и нет необходимости, чтобы то, что справедливо утверждается для однородных тел, имело силу и для разнородных. Нет сомнения, что в одном фунте золота материи вдвое меньше, чем в двух фунтах его же; но можно сомневаться в том, что для одного фунта воды и двух фунтов золота имеет силу то же отношение. Хотя в другом месте у Ньютона приводится доказательство теоремы о том, что количества материи относятся друг к другу как веса, однако все доказательство зависит от гипотезы Ньютона, что эфирная жидкость или не существует, или настолько редка, что в отношении сопротивления может считаться за ничто. Таким образом, он в самом начале доказательства смешивает материю движущегося тела и его сопротивление; это, однако, отнюдь не имеет место при противоположном допущении. Действительно, допустив плотный эфир, окружающий все тела и наименьшие частицы тел, никоим образом нельзя решить и точно определить, сколько сопротивления надо приписать собственной материи движущегося тела и сколько сопротивляющемуся эфиру. Наконец, предположим, что количества материи пропорциональны весам; возьмем на поверхности земли какое-нибудь тело, вес которого p, материя m. Пусть это тело переместится над Землею на высоту, например, полудиаметра ее; вес тела по удвоенному обратному отношению расстояний от центра Земли, будет равен $p:4$, и материя, вследствие одинакового с весом отношения, будет равна $m:4$, согласно гипотезе; следовательно будет $m = m:4$, то есть целое будет равняться своей части, и одно и то же не будет равно самому себе. Правда, это пока признаваемая всеми гипотеза быть применена без опасения

ошибки в обыкновенной механике, которая занимается большими, доступными чувствам телами, для которых заметным образом не нарушается отношение сопротивляемости и веса в пространстве не слишком большом. По-видимому, однако, не следует неосмотрительно вводить ее при объяснении явлений, зависящих от мельчайших частиц природных тел. Ведь какие только фигуры корпускул не изобретаются в сочинениях физиков, именно, чтобы удовлетворить приведенной выше гипотезе! Можно встретить немало таких допущений, которые не согласуются с остроумнейшей простотою природы и нередко противоречат одно другому, относясь к одному и тому же телу.

Уместно будет иллюстрировать здесь эти сомнения примерами. Существуют тела, очень различающиеся по удельному весу и обладающие такими качествами, которые вызывают сильное сомнение в справедливости принятой гипотезы. Такого рода телами оказываются при сравнении золото и вода. Действительно, хотя вода почти в двадцать раз удельно легче золота, однако никакой внешней силою, какую бы мы ни применяли, не сдавливается в меньший объем. Поэтому весьма вероятно, что частицы связанной материи воды непосредственно касаются друг друга, ибо проникающая материя, если бы таковая находилась между смежными частицами связанной материи, уступила бы малейшему давлению. Отсюда следует, что расположение [частиц] обоих тел самое тесное. Поэтому для спасения гипотезы надо прибегнуть к различию величины или формы корпускул. Различие величины их никак не может вызвать различия в плотности обоих тел, если у них расположение и фигура частиц одни и те же. Ибо пропорционально величине частиц увеличиваются или уменьшаются и промежутки, не содержащие связанной материи тела.

Итак, если мы пожелаем утверждать, что количества материи тел пропорционально их тяжести, нам остается только прибегнуть к различию фигуры [3]. Для того чтобы плотность материи в телах была наибольшей, самой подходящей фигурой корпускул будет кубическая. Итак, допустим, что частицы золота имеют подобную форму (хотя его поры, открытые для самой воды, даже отягощенной солями, а также гибкость этого металла препятствуют приписать ему точно кубические

частицы). Но какую же придадим мы фигуру корпускулам воды? Если мы предположим, что она состоит из сплошных шариков (что вообще большинство физиков считает наиболее вероятным), то количество материи в золоте будет больше приблизительно в два раза, а не в двадцать раз. Если же мы представим себе в каждом шарике полость, которая будет в десять раз больше его плотной оболочки, так что полые шарообразные корпускулы воды будут по плотности материи относиться к кубическим приблизительно как 1 к 20, то толщина оболочки корпускул воды будет едва больше одной шестидесятой части диаметра их полости. При этом условии вода будет состоять из тончайших пузырьков, которые едва окажут сопротивление даже самому слабому давлению, тогда как вода, нагнетаемая с весьма большой силой, скорее проникнет в самые узкие поры металлов, чем потерпит хотя бы ничтожный ущерб в своем объеме, и когда в момент замерзания воды воздух из ее пор силою холода собирается в пузырьки и давит с величайшей упругостью, то скорее разорвется прочнейшая бомба, чем вода уступит сколько-нибудь из своего пространства. В действительности, по-видимому, природа лучше позаботилась о прочности корпускул, которые намеревались противопоставить таким силам. И если, как это очевидно, предположенные здесь полые шарообразные корпускулы водной материи мало соответствуют несжимаемости воды, то иные виды фигур, которые могли бы быть придуманы в подкрепление вызывающей сомнения гипотезы, представляются еще менее пригодными, так как противоречат также простоте, безвкусности и прозрачности воды. Итак, если мы на основании несокрушимой плотности частиц воды с достаточным правдоподобием считаем их сплошными, а вследствие их подвижности — шарообразными, а частицы золота, пронизанного столькими порами, не можем принять кубическими; если при этом мы принимаем, как сказано, в обоих телах самое тесное расположение частиц, то тогда мы, конечно, имеем достаточно веские доводы, увеличивающие сомнение в этой гипотезе. Подобным же образом можно рассуждать о многих других телах, например об алмазе и о ртути, так как представляется правдоподобным, что и твердость тел можно связать с плотностью их материи. Ведь весьма удивительно, что, если признать справедливость этой гипотезы, то ал-

маз — тело столь изумительной твердости, настолько плотное и постоянное, что никакой ныне известный растворитель не может проникнуть в его поры и самый сильный огонь не может его расплавить,— состоит из материи, примерно в четыре раза более легкой, чем та, которая образует ртуть, жидкую, проницаемую для многих растворителей и летучую. Но, пожалуй, уже достаточно показано, что можно утверждать противоположное упомянутой гипотезе, ибо она, во-первых, недостаточно доказана, а во-вторых, обременена многочисленными трудностями. Но приведенные примеры не единственные, говорящие против нее: мы находим их больше, когда исследуем причину тяготения.

Никто не сомневается, что явления, представляющие собой следствия, становятся более ясными и понятными, когда известна их причина; поэтому несомненно, что, познав причину тяготения, можно будет разъяснить различия удельного веса тел. Необходимо, следовательно, поскольку этого требует поставленный вопрос, сказать кое-что вообще о причине тяготения.

Не будем, однако, вступать в спор с теми, кто причисляет тяготение тел к их существенным атрибутам и поэтому не находят нужным исследовать его причину [4]. Мы считаем несомненным, что как движение вообще и стремление в определенном направлении, так и тяготение, поскольку оно — определенный вид [такового], может отсутствовать в теле без ущерба для сущности последнего, совершенно подобно количеству движения, которое возникает от приращений скорости падающих тел. Итак, поскольку должно существовать достаточное основание, в силу которого ощутимым телам свойственно скорее устремляться к центру Земли, чем не устремляться, то приходится исследовать причину тяготения. Возникать оно должно или от толчка, или от взаимного притяжения сил. Что тела движутся под влиянием толчка — никто не сомневается; чистое же притяжение остается под вопросом, и имеются достаточно убедительные доводы, которые говорят против его существования в природе вещей. Прежде всего, если в телах существует чистая сила притяжения, то необходимо допустить, что она прирождена им не для чего-либо иного, как для произведения движения; но всем известно, что движение тел производится и толчком: оказывается, следовательно,

что для вызова одного и того же следствия в природе существуют две причины, и притом противоположные одна другой. Действительно, что может быть более противоположным чистому притяжению, чем простой толчок? Но никто не станет отрицать, что противоположные ближайшие причины должны производить и противоположные следствия (пусть никто не приводит против этого примеров, кажущихся противоречащими, например, что живые существа умерщвляются одинаково и жаром и холодом, ибо я здесь подразумеваю не отдаленные причины, которых может быть множество, но ближайшую, которая для каждого следствия должна быть единственной — так, ближайшая причина смерти есть прекращение движения крови и других жидкостей в животном теле). Поэтому, если чистое притяжение возбуждает в телах движение, то толчок окажется причиною покоя, что неверно, ибо на самом деле толчок возбуждает в телах движение; значит, притяжение не возбуждает движения, то есть вовсе не существует. Наконец, предположим, что в телах существует чистая притягательная сила; тогда тело *A* притягивает другое тело *B*, т. е. движет его без какого-либо толчка; значит, не требуется, чтобы тело *A* ударило в тело *B*, а следовательно, нет необходимости и в том, чтобы оно двигалось навстречу ему. А так как прочие движения его в каком бы то ни было направлении не могут иметь никакого значения для приведения в движение тела *B*, то отсюда следует, что тело *A*, находясь в полном покое, может двигать тело *B*, и последнее направится к телу *A*. Следовательно, к нему прибавится нечто новое, а именно движение к телу *A*, которого в нем ранее не было. Но все встречающиеся в природе изменения происходят так, что если к чему-либо нечто прибавилось, то это отнимается у чего-то другого. Так, сколько материи прибавляется к какому-нибудь телу, столько же теряется у другого; сколько часов я затрачиваю на сон, столько же отнимаю от бодрствования, и т. д. Так как это всеобщий закон природы, то он распространяется и на правила движения, и тело, которое своим толчком побуждает другое к движению, столько же теряет от своего движения, сколько сообщает другому, им двинутому [5]. Итак, в силу этого закона, прибавившееся к телу *B* движение по направлению к телу *A*, отнимается оттуда, откуда тело *B* приобретает это движение, то есть от

тела A. Но так как ни от какого тела нельзя отнять то, чего в нем нет, то необходимо, чтобы тело A двигалось, когда оно притягивает тело B. Но так как из показанного выше видно, что тело A может находиться в покое, когда притягивает тело B, то окажется, что не абсурдно одно и то же и утверждать и отрицать. Итак, чистого притяжения быть не может, поэтому тяготение должно производиться толчком и должна существовать материя, которая толкает тяжелые тела к центру Земли [6]. У тяжелого тела тяжелы и все мельчайшие частицы, откуда очевидно, что тяготительная материя воздействует и на мельчайшие частицы, свободно проникает в самые узкие поры и поэтому должна быть весьма текучей. Для того чтобы проявлять свою силу по отношению к тяжелым телам, она должна ударять в их мельчайшие частицы; но ударять она может только в частицы протяженные и непроницаемые для нее. Отсюда следует, что тяжелые тела состоят из мельчайших частиц, непроницаемых для тяготительной материи, которая действует только на поверхность их. Итак, если тело A равно телу B протяжением и плотностью материи, и корпускулы тела A, на поверхность которых действует материя тяжести, больше таковых же корпускул тела B, то тело A будет удельно легче тела B. Действительно, пусть диаметр одной корпускулы тела $A = d$, окружность ее равна p, поверхность ее будет равна dp. Пусть далее, диаметр корпускулы тела $B = d - e$; ее окружность будет равна $(d - e)\, p : d$, поверхность же $= (d - e)^2 p : d$. Затем, пусть число корпускул тела $A = a$. Так как тело A равно телу B по протяжению и плотности материи и корпускулы обоих имеют одинаковую фигуру и расположение (по условию), то число корпускул тела A будет относиться к числу корпускул тела B как куб диаметра корпускулы тела B к кубу диаметра корпускулы тела A, то есть как a: $\frac{ad^3}{(d-e)^3}$, так, что сумма поверхностей корпусул тела A, к сумме поверхностей корпускул тела B будет относиться, как $adp \;\; \frac{ad^3}{(d-e)^{\times}} x (d-e)^2 \;\; p : d = \frac{a}{d} : \frac{a}{d-e}$.*

---

* *NB* Вместо $\frac{a}{d} : \frac{a}{d-e}$ должно быть

$$1 : \frac{d}{d-e}, \text{ или } a : \frac{ad}{d-e}, \text{ или } d - e : a.$$

Итак, сумма поверхностей корпускул тела *A* меньше суммы поверхностей корпускул тела *E* (согласно доказанному); поэтому тяготительная жидкость будет оказывать большее действие на тело *B*, чем на тело *A*, и, следовательно, тело *B* удельно будет тяжелее тела *A*. Но в обоих плотность материи одинакова (по условию); следовательно, количество материи не будет пропорционально тяжести. Это выведено из различной величины корпускул; то же выводится и в том случае, если приписать корпускулам различных тел и различную фигуру. Итак, если мы хотим признать, что тяжесть тел всюду пропорциональна плотности их материи, то мы должны или положить, что частицы всех тел, непроницаемые для тяготительной жидкости, вообще имеют одни и те же величину и фигуру, или мы должны отвергнуть эту жидкость. Первому противоречит поразительное разнообразие тел природы, которое настоятельно требует, чтобы частицы различных тел различались по фигуре или, по крайней мере, по величине; второе противоречит столь большой вероятности существования тяготительной материи и ведет к признанию таинственных качеств. Сверх того, необходимо принять в соображение, что если мы считаем видимый мир полным материи, то мы должны допустить и невесомую материю: иначе все тела не могли бы ни подниматься, ни опускаться силою тяжести в эфирной жидкости. Если же мы принимаем невесомую материю, то, переходя от большего к меньшему, необходимо заключить, что существуют различные материи, уступающие другим материям по удельному весу, что следует и из аналогии других качеств, которыми обладают ощутимые тела. Так, свет может быть отнят от тела, но может и меняться по степени интенсивности; то же общеизвестно для звука, вкуса и множества других качеств.

На основании этих соображений примем, что удельный вес тел изменяется пропорционально поверхностям, противопоставляемым тяготительной жидкости непроницаемыми для нее корпускулами; в этом случае не только будут устранены все упомянутые выше затруднения, но даже, по-видимому, открывается широкий путь как для лучшего объяснения весьма многих явлений, так и для исследования природы мельчайших корпускул. Действительно, допустим, что сумма поверхностей корпускул золота почти в двадцать раз больше, чем сумма поверхно-

стей корпускул воды в одинаковых объемах; окажется, что золото почти в двадцать раз тяжелее, чем вода при той же плотности материи. Пусть здесь не возражают, что поры золота, вследствие тонкости его корпускул, должны быть так узки, что в них не смогут проникнуть корпускулы воды, которые вследствие ее меньшего веса имеют бо́льшую величину, и даже частицы царской водки. Опыт показывает, что царская водка входит лишь в те поры золота, которые находятся между смешанными корпускулами этого металла, то есть составленными из разнородных начал, между которыми царская водка не проникает,— иначе она разъединила бы составные части золота и, следовательно, совершенно разрушила бы его. Далее, при помощи этой теории совершенно отвергается известное мнение об огне, остающемся в кальцинированных телах [7]. Действительно, хотя нет никакого сомнения в том, что частицы из воздуха, непрерывно текущего на кальцинируемое тело, смешиваются с последним и увеличивают его вес; однако если учесть не допускающие сомнения опыты, сделанные в замкнутом сосуде, при которых также увеличивается вес кальцинируемого тела, то можно будет ответить, что вследствие уничтожения сцепления частиц кальцинированием, их поверхности, ранее закрытые взаимным соприкосновением, оказываются уже свободно подверженными тяготительной жидкости; поэтому самые тела сильнее пригнетаются к центру Земли. Наконец, возникает не лишенное, по-видимому, оснований предположение, что если окажется правильным мнение, противоположное общепринятой гипотезе, то легче будет исследовать отношение величины частиц в разных телах на основании различного веса и сцепления; а отсюда прольется большой свет в корпускулярную философию, находящуюся в наш век в таком пренебрежении, которое мы можем по праву осудить, будучи уверены, что наука о мельчайших частицах, от которых происходят частные качества ощутимых тел, столь же необходима в физике, как самые эти частицы необходимы для создания тел и произведения частных качеств.

Перевод *Я. М. Боровского*



16

РАССУЖДЕНИЕ О ТВЕРДОСТИ И ЖИДКОСТИ ТЕЛ

§ 1

Твердость и жидкость тел коль много от разности теплоты и стужи зависят, всем довольно известно. Для того, когда ныне сообщник изысканий наших, господин профессор Браун [1], о замороженной искусством своим ртути в минувшую жестокую зиму ныне предложил описание и изъяснение своих опытов [2], за приличность признаваю представить и мои рассуждения о причине взаимного союза частиц, тела составляющих, для приобретения ясного и общего понятия о замерзании и растаивании тел чувствительных и таким публичным оказанием трудов наших обще изъявить к нынешнему торжественному празднику всенижайшее благоговение.

§ 2

Исследуя общую причину союза частей, во-первых, предупредить тех я должен, кои, об ней не имея попечения, довольствуются единою мнимою притягательною силою, принимая оную якобы бесподозрительную от всякого ударения. Итак, предъявляю, что никоим образом не могу признать и принять оныя для непоколебимых моих доказательств и, сколько мне известно, новых.

§ 3

Ежели б подлинно была притягательная сила, то бы она врождена была телам как причина к произведению движения. Однако и ударением или отражением в телах движение производится, что всем явно. Посему будут две беспосредственные причины, и еще между собою спорные, к произведению одного действия: ибо что может быть притяганию противнее отражения? А от противных непосредственных причин должны произойти противные действия. Здесь бессильны примеры, кои сему, по-видимому, противны быть кажутся, например, что животные от сильного жару и от морозу умирают; ибо сии причины суть отдаленные и посредство имеющие, которые могут быть многие и между собою иногда спорные; а самая ближняя и беспосредственная причина смерти есть пресечение течения и обращения крови и прочих жизненных влажностей. (Одну непосредственную причину утверждает и сам Невтон [3], который притягательной силы не принимал в жизни, по смерти учинился невольный ее предстатель излишним последователей своих радением). Итак, ежели привлекающая сила в телах движение производит, то оного произвести не может ударение или отражение. Но сие совсем ложно, затем что отражение подлинно производит движение, и, следовательно, нет подлинной и бесподозрительной в телах притягательной силы.

§ 4

Еще уступим, что есть в телах подлинная притягательная сила; тогда тело *A* притягивает к себе другое тело *B*, то есть движет без всякого ударения; и для того не надобно, чтобы *A* приразилось к *B*, а следовательно, нет нужды, чтобы *A* к *B* двигалось: но как прочие движения тела *A* в другие стороны к движению тела *B* не нужны, то следует, что *A*, будучи совершенно без всякого движения, двигает, *B*. Итак, *B* получит себе нечто новое, сиречь движение к *A*, коего прежде в нем не было. Но как все перемены, в натуре случающиеся, такого суть состояния, что сколько чего у одного тела отнимется, столько присовокупится к другому. так, ежели где убудет несколько материи, то умножится в другом

месте, сколько часов положит кто на бдение, столько ж сну отнимет. Сей всеобщий естественный закон простирается и в самые правила движения; ибо тело, движущее своею силою другое, столько же оныя у себя теряет, сколько сообщает другому, которое от него движение получает [4]. Следовательно, по сему всеобщему закону движение тела *B* к телу *A* сообщается и отъемлется от тела *A*. Но как ничего отнять не можно, чего где нет, для того необходимо нужно, чтобы тело *A* было в движении, когда притягивает к себе другое тело *B*. Из вышепоказанного явствует, что тело *A* может стоять без всякого движения, когда притягивает к себе другое тело *B*. И посему тело *A* может быть в движении и стоять совершенно тихо в одно и то же самое время. Но как сие само между собою прекословно и спорит против первоначального философского основания, что *одна и та же вещь в одно время быть и не быть не может,* того ради подлинная и бесподозрительная притягательная сила в натуре места не имеет [5].

§ 5

Итак, следует, что частицы, из коих состоят чувствительные тела, содержатся в союзе ударением, или, свойственнее сказать, стиснением некоторой жидкой окружающей их материи, выключенной из взаимного оных прикосновения. По сему надлежит рассмотреть, каким образом помянутая жидкая материя стисняет в союз частицы, тела составляющие, потом кратко истолковать свойство твердых и жидких тел.

§ 6

Здесь не спросил бы кто, чтобы я показал причину, какою материею или каким образом содержатся в союзе сами неразделимые частицы частиц, сжимаемых жидкою, обливающеюся круг их материею. Не здесь ли скажет кто, что принужден я признать бытие притягающей силы? Никоею мерою. Всяк, знающий различие между необходимо нужными тел свойствами и между переменными их качествами, явственно видеть может, что всего того причины ни показать невозможно, ни спрашивать

не должно, что в вещах к бытию их необходимо нужно; например, для чего треугольник имеет три бока, ради чего тело есть протяженно и сим подобные иные вопросы; ибо причины союза там искать должно, где видим, что нечувствительные частицы то стоят в союзе, то оного лишаются, либо сила оного прибывает или умаляется. Тут можно спрашивать, для чего она[a] так, а не инако. А в союзе частиц нечувствительных, тела составляющих, перемена не признается, для того не должно и причины спрашивать. Философское *основание,* называемое *довольной причины,* не простирается до необходимых свойств телесных. От сего неправильного употребления произошло славное в ученом свете прение о простых существах, то есть о частицах, не имеющих никакого протяжения. Когда протяжение есть необходимо нужное свойство тела, без чего ему телом быть нельзя, и в протяжении состоит почти вся сила определения тела, для того тщетен есть вопрос и спор о непротяженных частицах протяженного тела; ибо в таком случае должно искать доказательств определения, вместо того чтобы, как водится, добрым порядком доказательства выводить из определений.

§ 7

Рассуждая бока прикосновения частиц, тотчас вижу многочисленное оное количество фигур разных, которые от многих физиков нечувствительным частицам приписаны без удачи, хотя намерение их было похвалы достойно, ибо первоначальные частицы исследовать толь нужно, как самим частицам быть. И как без нечувствительных частиц тела не могут быть составлены, так и без оных испытания учение глубочайшия физики невозможно. Видя у часов одну только поверхность, можно ли знать, какою они силою движутся и каким образом, разделяя на равные и на разные части, показывают время. Во тьме должны обращаться физики, а особливо химики, не зная внутреннего нечувствительного частиц строения. Между оными отчаянными, кои не радеющих о знании фигуры частиц нечувствительных называют осторожными физи-

---

[a] *По-видимому, опечатка вместо* оно

ками, считать себя не дозволяю. Не отгоняют меня от исследования частиц, убегающих малостию своею от зрения, неудачные физические вооружения, клинышки, иголки, крючки, колечка, пузырьки и прочие многочисленные без всякого основания в голове рожденные частиц фигуры; ибо по двадцатилетнем и частом о том рассуждении и с опытами сношении усмотрел я, что натура, одною круглостию довольствуясь, облегчает труд испытателей ее таинств [6].

§ 8

Но недовольно мне одной, хотя и великой в сем деле вероятности; недовольно, что некоторые остроумные люди и в ученом свете герои знатнейших материй частицы круглыми почитают, особливо жидких (а твердые все силою огня в жидкие обращаются); недовольны мне казистые доводы от подобия, что все натуральные тела к круглости склонны и оную любят, от самых больших даже до малых, от главных тел сего света, какова наша земля, до мелких и простым глазом невидимых шаричков, кровь составляющих. Не взирая, что в животных и произрастающих части, семена и плоды больше круглую форму имеют, что все жидкие материи чем мельче разделяются, тем кругляе становятся, не принимая в рассуждение свидетельства от неисчисленного множества круглых дождевых капель,— полагаю основания моего доказательства на математической непоколебимости.

§ 9

Доказано мною прежде сего *, что элементарный огонь аристотельский, или, по новых ученых штилю, теплотворная особливая материя, которая, из тела в тело переходя и странствуя, скитается без всякой малейшей вероятной причины, есть один только вымысел; и купно утверждено, что огонь и теплота состоит в коловратном движении частиц,

* В Рассуждении о причинах теплоты и стужи, в Новых комментариях, в I томе [7].

а особливо самой материи тела составляющия. Сия моя система от неосновательных возражений защищена, и тщетные прекословия во тщету вменились [8]. И сверх того новые приобрела неподвижные утверждения *. Того ради не обинуюсь положить оную за основание доказательства круглости нечувствительных частиц, тела составляющих.

§ 10

Итак, когда теплых тел нечувствительные частицы обращаются коловратным движением, то положим, что теплых тел частицы не круглы, но другой какой-нибудь фигуры, например кубической; то воспоследует оттуда, что они, обращаясь, бывают в прикосновении иногда плоскими боками, а иногда углами. А из сего произойти должно: 1) чтобы союз частиц, то есть твердость тел, во всякое мгновение переменялось: ибо в прикосновении углами мало или ничего друг за друга держаться не будут; 2) все сквозьугольные линии и другие, с боком угол составляющие, суть оного долее; для того должно бы во всякое мгновение в чувствительных телах величине переменяться и быть беспрестанному сильному трясению, которое тем бы сильнее было, чем тела теплее. Но как по свидетельству чувств наших обоего того в телах не находим, следовательно, никакой угловатой фигуры и всякой другой, неравные диаметры имеющей, в телах теплых, то есть во всех, быть невозможно, кроме сферической.

§ 11

Всякое чувствительное тело, какой бы оно фигуры не было, на весах поставленное в равновесие с гирями, во всех положениях оное равновесие непременно содержит; например, мраморная или металлическая пирамида как на своем дне, так и на конце, на боках и на углах положенная, никогда не имеет в тягости ни прибыли, ни убыли. Сей опыт хотя весьма прост и всякому известен, но в сем случае весьма важен. Много

* В Слове о происхождении света и цветов [9]

таковых простых и повседневных явлений пренебрегаем и мимо проскакиваем, которые в испытании натуры к великим откровениям подают повод, а предприемлем и изыскиваем трудные опыты, позабыв о преславном примере, то есть о простом и неоспоримом математическом основании, что *всякая вещь равна сама себе величиною,* на котором почти вся математика обращение имеет. Из вышепомянутого повседневного и самого простого искусства следует, что все частицы, тела составляющие, суть сферической фигуры. Ибо действующей тяготительной материи поставляются равные и подобные непроницаемых ею частиц поверхности во всяком самого тела положении, что в фигурах частиц не сферических воспоследовать не может, для того что во всяком положении поверхность их к действию тяготительной материи должна быть иная, иная сила, иная тягость. Итак, частицы, тела составляющие, сквозь которые тяготительная материя не проходит и только в поверхность их ударяет, круглы быть должны.

§ 12

Доказав круглость частиц, чувствительные тела составляющих, где сыскать можем плоскости прикосновения? Ибо сферы одна к другой не прикасаются, как только в одном пункте. В удовольствие сего вопроса надлежит мне показать определение плоскости прикосновения (которую лучше должно назвать плоскостью союза) так, что она есть круг, которого диаметр линея *BID* [фиг. 1], между частицами *A, C,* в прикосновении состоящими, которого периферию заключают в себе мелкие шарички *B, D* сжимающей жидкой материи, не досягающей до *I* тесноты ради. Положив сие, не будет давить сжимающая материя на отрезки *EIG* и *FIH* шариков *A* и *C,* будучи выключена. Итак, частицы *A* и *C* давлением жидкой материи на прочие части поверхности оных должны содержаться в союзе по мере круга или плоскости союза.

§ 13

Отсюда происходит следующее правило: *частицы нечувствительные, составляющие тела, чем крупнее, тем крепче союв имеют, чем*

мельче, тем слабже. Когда в союзе состоящие частицы — шарички, то пускай будут полудиаметры бо́льших частиц [фиг. 1] AE, CF, AI, $CI = a$, полудиаметр EB и BF частиц сжимания материи $= r$. Притом из самого сложения фигуры явствует, что BI перпендикулярна к AC; следовательно, будет $BI = \sqrt{[(a+r)^2 - a^2]}$. Но как AD, DC, AB, BC равны между собою, будет треугольник $ADC =$ и $\sim ABC$; для того и $BI = DI$; следовательно, $BD = 2\sqrt{[(a+r)^2 - a^2]}$ = диаметру союзного плана частиц A и C. Потом пусть будет p периферия круга, которого диаметр $= 1$; то будет самая союзная плоскость $= p\sqrt{[(a+r)^2 - a^2]}$. Наконец, пусть будет полудиаметр меньших частиц, тела составляющих, A и $C = a - e$, и полудиаметр частицы сжимающия материи $= r$. И понеже прочее тем же образом происходит, как выше сего доказывается, то будет $BD = 2\sqrt{[(a-e+r)^2 - (a-e)^2]}$ = диаметру союзной плоскости меньших частиц, а сама плоскость союзная $= p\,[a - e + r)^2 - (a - e)^2]$. Итак, союзная плоскость бо́льших частиц к союзной плоскости меньших будет $= p\,[(a + r)^2 - a^2]$ к $p[(a - e + r)^2 - (a - e)^2] = (a + r)^2 - a^2$ к $(a - e + r)^2 - (a - e)^2 = r + 2a$ к $r + 2(a - e)$. Посему союзная плоскость бо́льших частиц будет больше союзной плоскости меньших; следовательно, частицы чем крупнее, тем крепче союз имеют, чем мельче, тем слабже.

§ 14

Итак, из сего заключить не трудно, коль многие и разные свойства, в союзе частиц бывающие, по сему правилу истолковать можно, рассуждая разную величину частиц в смешении. Того ради пускай перестанут дивиться и сомневаться испытатели натуры, что все особливые тел качества происходить могут от частиц, одну только круглую фигуру имеющих, а особливо приняв в рассуждение силу *совмещения* частиц, показанную в Слове о происхождении света и цветов [10]. Сверх того, чтобы в пример взяли искусство, которым из круглых ниток, а особливо ежели они разную толщину имеют, бесчисленное и различное множество тканых и плетеных вещей отменными узорами производятся по разному их положению.

§ 15

Уже довольно ясно показано, коль много действует в произведении жидкости и твердости тел разная величина частиц. Потому рассмотреть следует, каким образом сила теплоты и стужи действует как посторонняя, ибо разность величины состоит в самих частицах.

§ 16

Из системы коловратного теплотворного движения явствует, что теплых тел частицы скорее вертятся и большею силою одна другую от себя отбивают (смотри Рассуждение о причине теплоты и стужи в Академических Комментариях, § 23) [11], для того союзу оных частиц тем больше должно умалиться, чем больше в себе тело теплоты или жару имеет, и так до того разожжено быть может, что не токмо в жидкое претворяется, но и, потеряв весь междуусобный союз меж частицами и самое прикосновение, в пар распущается.

§ 17

Посему меньшего требуют теплотворного движения к получению или к сохранению своей жидкости тела, коих частицы мельче, нежели коих крупнее; и не дивно, что ртуть, о коей частиц мелкости и тонкости многочисленные химические и медицинские опыты свидетельствуют, жидкость свою в весьма малой теплоте сохраняет, которую мы по нашим чувствам жестокою стужею и сильным морозом называем. Ибо, по системе теплотворного движения, потоле всякое тело тепло, пока частицы движутся коловратным движением, хотя весьма холодны быть кажутся.

§ 18

Напротив того, тела того же рода со ртутью, то есть металлы, крепче союз между своими частицами имеют и. ртути много грубее,

великого жару требуют, чтобы им растаять. Бо́льшая величина частиц, металлы составляющих, из того явна, что ртуть входит в их скважины.

§ 19

Но понеже есть бесчисленное множество свойств и качеств, кои в твердости и жидкости тел от разного союза частиц происходят, как разные степени вязкости, ломкости, мягкости, сыпкости, гибкости, упругости и других, которые разных и продолжительных рассмотрений и явственного понятия тончайшей физики требуют, того ради, оставив оные, только о том рассудим, сколько чувствительные тела от кипения до замерзания сжаться и расшириться могут и в самом деле сжимаются и расширяются.

§ 20

И, во-первых, посмотрим по размышлению из разного положения частиц, коих сферическая фигура по силе вышепоказанных безопасно принята быть может. Четыре частицы сферических, в тесном положении и в союзном прикосновении состоящие, могут быть включены в равнобочную ромбоическую фигуру [12], а в самом пространном положении и в прикосновении должны быть в фигуре кубической. Таковые равнобочные фигуры $ABCD$ (фиг. 2) и $ABCD$ (фиг. 3) имеют пропорцию между собою, как $\overline{AB}^3$ к $\frac{1}{2}\sqrt{(\overline{AB}^2+\overline{BC}^2)\times\overline{AB}^2}$, то есть как $\overline{AB}^3$ к $\overline{AB}^3\sqrt{\frac{1}{2}}=1:\sqrt{\frac{1}{2}}=1000$ к $\sqrt{500000}$, потому что $AC = BC$. Ибо такое ромбоическое тело можно разделить на две равные призмы $ADCFBE$ и $ADCFGH$, имеющие общий квадратный бок $ADCF$ [фиг. 4]. И понеже углы ABC и FBD суть прямые, то будет половина диагональной AC равна вышине BK призмы $ACDFBE$ или половины всего ромбоического тела. То есть тело кубическое к телу ромбоическому будет почти как 1000 к 707[13].

§ 21

Отсюда явствует: 1) сколько простые тела, то есть из равных частиц состоящие и в скважинах посторонней материи не имеющие, расшириться и сжаться могут без нарушения союза, хотя он прибыть и убыть может; 2) что частицы посторонней материи, между ними в скважинах находящиеся, например воздушные, могут не допустить частиц до самого теснейшего ромбоического союза, следовательно, до толь великого стеснения, как выше, в § 20, показано, достигнуть не всегда могут; однако довольно еще в них к сжиманию и протяжению места остается, и по разному количеству посторонней материи разное сжимание и расширение тел рассуждать должно; 3) понеже в кубичном положении быть должны двенадцать прикосновений между осмью частицами, а в ромбоическом осмнадцать, для того не дивно, что частицы, поместясь в сие из оного, крепкий союз твердости приобретают, потеряв жидкость, тем круче, чем дружнее шесть прикосновений и союзов прибудет [14].

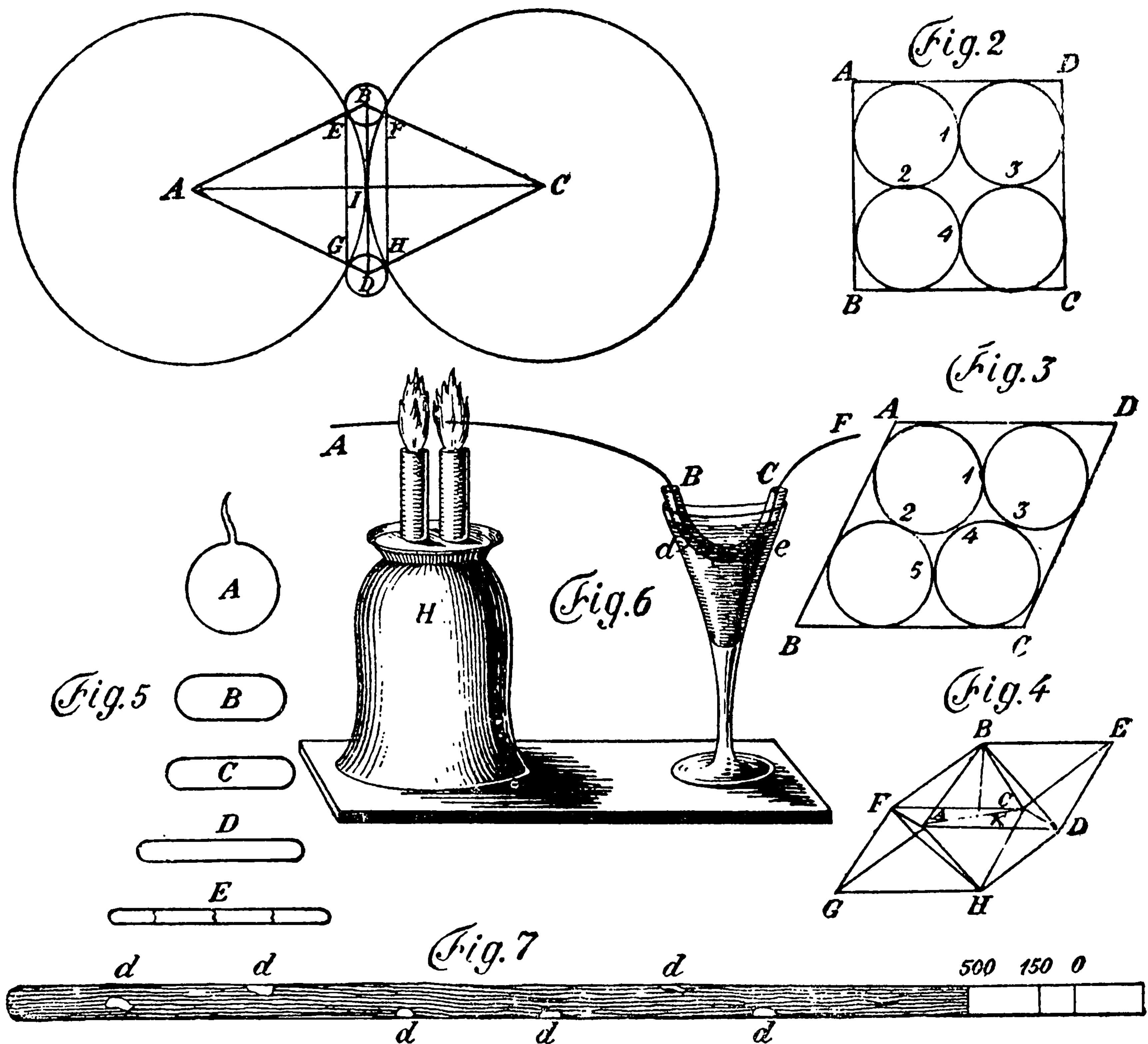
§ 22

Чрез искусство показывают разные тела различное сжимание. Во всех тех оное измерить возможно, в коих не трудно производится замерзание и кипение, как в воде, в маслах и в растворах солей разных. А в тех телах, в коих замерзания еще не видно, пределов протяжения поставить невозможно. И сие происходило со ртутью, ибо пока она до прошлой зимы не была заморожена, никакой не было о том надежды. А ныне только лишь осталось рассуждением и опытами поверить несогласующиеся между собою примечания, на котором градусе [15], считая от кипения, ртуть должна замерзнуть. Сколько возможно видеть из моих опытов, здесь оные прилагаю.

§ 23

Декабря 26 дня 1759 года, когда мороз был 208 градусов, поставил я термометр в снег, в который налил крепкой водки; тогда снег растаял

наподобие масла, как оно бывает близ своего растопления; ртуть в термометре опустилась до 330 градуса, потом, еще приложив нового снегу, влил несколько соляной крепкой водки; ртуть села до 495 градуса;



еще прилив оной водки, увидел ртуть у 534 градуса. По вынятии термометра на краткое время из смешения достигла ртуть 552 градусов. Наконец, как в новый приложенный снег прилил купоросного так называемого масла, во мгновение снег в жидкую почти материю претворился, и ртуть опустилась до 1260 градусов [16]. Тогда, не сомневаясь, что она уже замерзла, вскоре ударил я по шарику медным при том

бывшим циркулом, отчего тотчас стеклянная скорлупа расшиблась и от ртутной пули отскочила, которая осталась с хвостиком бывшия в трубке термометра достальныя ртути наподобие чистой серебряной проволоки, которая как мягкий металл свободно нагибалась, будучи толщиною в $^1/_4$ линеи. Ударив по ртутной пуле после того обухом, почувствовал я, что она имеет твердость, как свинец или олово. От первого удара даже до четвертого стискивалась она без седин; а от пятого, шестого и седьмого удара появились щели [фиг. 5]. *A* представляет шар ртутный с хвостиком, *B* после первого удара, *C* после второго, *D* после третьего и четвертого, *E* после пятого, шестого и седьмого. Итак, перестав больше ртуть ковать, резать стал ножом, и по времени около 20 минут стала она походить на амалгамму или на тесто и вскоре получила потерянную свою жидкость, то есть растопилась на таком великом морозе 208 градусов. Внутри не было никакой жидкости, ни скважин не примечено, и твердость была больше, нежели в после бывшие опыты. И хотя в скорости не усмотрено, не было ли каких щелей на стеклянном шаричке, однако в том не было опасности, чтоб ртуть вытекла, ибо она сама себе была уже стеною, когда при первых опущениях поверхность ее была твердым телом, и служила вместо сосуда той части, коя внутри еще не замерзла.

§ 24

По учиненным в следующие морозы опытам наблюдено мною: 1) что ртуть около 230 градуса густеть несколько зачинает. Сие в стеклянной узкой нагнутой трубке ясно видеть можно было по самой ртути, потому что она не толь скоро приходила в равновесие, как обыкновенно теплая; 2) что она около 500 градусов в трубке останавливается, однако в середине шарика бывает по большей части незамерзлая или весьма многими чувствительными скважинами наполнена; 3) в долгих узких стеклянных цилиндрах или трубках замороженную ртуть усмотрел я с явственными перерывами *dd* [фиг. 7]; 4) что при опущении ртуть иногда ниже садится, когда трубка рукой нагрета бывает; 5) упомянуть здесь должно, хотя и не точно принадлежит к сей мате-

рии, что электрическая сила действует сквозь замороженную ртуть и сквозь раскаленное железо. Вид опыта представляется в фигуре 6. *BdeC* — нагнутая трубка со ртутью в морозящей материи, *d* — конец проволоки *AB*, во ртуть впущенной, от указателя протянутой, которая раскалена свечками, поставленными на дне стеклянного сосуда *H*, *e* — конец проволоки *CF* в другом колене трубки, во ртуть впущенной, протянутой от шара электрического.

§ 25

Изо всех сих опытов явствует и согласно с размышлением (§ 20) следует: 1) что разность предела замерзания ртути в термометре [17] происходит от неравного ускорения замерзания оныя в тонкой термометрической трубке. Ибо с натурою согласно, что малому количеству ртути в оной скоряе замерзнуть должно, нежели много большему количеству в шарике. И таким образом запирает замерзлая ртуть в трубке себе дорогу и совсем останавливается, когда еще она в шарике только на поверхности кругом замерзла, а середка совсем жидка; и ради того не показывает термометр самого нижнего предела замерзания, но останавливается на таком градусе, при котором ртуть в трубке замерзнет; 2) ртути предел замерзания должен быть около 1300 градусов, затем что замороженная в цилиндрической трубке имела в себе перерывы и пустые места *dd* [фиг. 7], хотя она только до 500 градусов опустилась, и что по моему исчислению ртуть бы сжалась далее 1000 градусов, если бы оные полости ею все наполнены были; сверх того, что ртуть при первом заморожении была без чувствительной полости и вся сквозь промерзла твердо и для того толь низко опустилась; 3) тела в самом пространном положении к самому тесному имеют меру протяжения между собою, как 1000 к 707 (§ 20), а ртуть от своего кипения до замерзания, мною примеченного, сжимается на 1674, то есть выше 0 на 414, а ниже на 1260 градусов термометра. Следовательно, убывает величины ее около $^{16}/_{100}$; то остается по теории еще сжиматься ей столько ж, то есть без мала не до 3000 градусов. Но сие сжатие следовать несколько делом может после замерзания ртути.

§ 26

Немало есть еще жидких тел, кои в здешние сильные морозы до твердости не достигают и в лед своего роду не обращаются, которые все не меньше, как ртуть, требуют подобного испытания. В следующее время не пропустит случая в том прилежно упражняться, как и в иных исследованиях богатыя натуры, по своей должности рукоположением Петра Великого учрежденное сие наше собрание. Божие провидение, поспешествующее благосостоянию России и счастию всемилостивейшия самодержицы нашея, к бессмертной ее славе не престанет продолжать и умножать здешних наук успехи, равно как и прочих к пользе отечества премудрых ее учреждений и высокоматерних об общем добре попечений. Вкоренится и усилится рачение и превосходство остроумных сынов российских в высоких науках, под щедрым покровительством великия Елисаветы; и сей пресветлый день пребудет образ, пример и поощрение к изъявлению истинных преимуществ и бесконечной благодарности господствующего учения в нашем отечестве во все будущие роды.

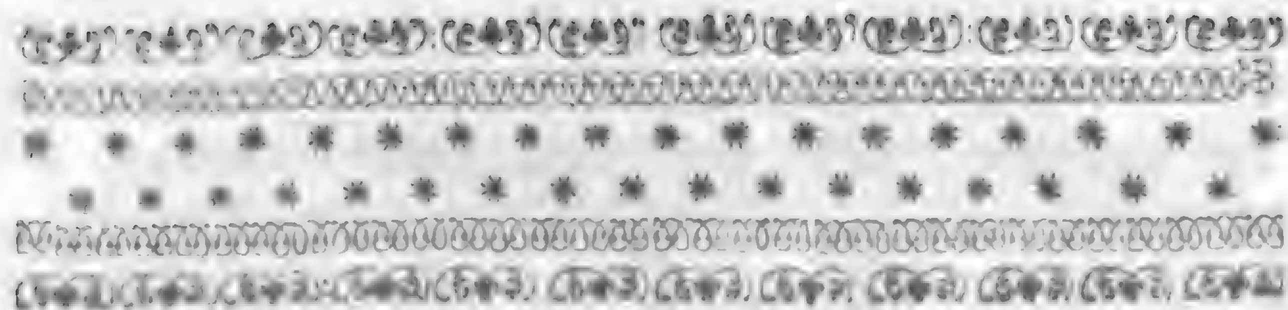


17

ЯВЛЕНИЕ ВЕНЕРЫ НА СОЛНЦЕ, НАБЛЮДЕННОЕ В САНКТПЕТЕРБУРГСКОЙ ИМПЕРАТОРСКОЙ АКАДЕМИИ НАУК МАЙЯ 26 ДНЯ 1761 ГОДА

О пользе наблюдений светил небесных, а особливо тех перемен, кои редко бывают и великую пользу приносят, не нужно упоминать здесь пространно. Ведают физики, сколько оные к исследованию естественных таинств и к просвещению человеческого разума, ведают астрономы, сколько для точного определения течения главных тел сего видимого мира, ведают географы, сколько для измерения и беспогрешного разделения шара земного, ведают навигаторы, сколько для безопасного правления корабельного пути на море таковые внимательные примечания служат.

Того ради государи и правительства, справедливое имея об общей пользе попечение, не щадят своих иждивений на строение и сооружение астрономических обсерваторий, на содержание и награждение людей, знающих сию науку, и на посылки в отдаленные земли для наблюдения редко бывающих явлений небесных, каково недавно приключилось Венерино на Солнце, которое, кроме примечателей по европейским обсерваториям, многих по прочим частям света из Франции и Англии посланных астрономов удовольствует любопытство с приращением полезного знания. От здешней императорской Академии Наук





Пользѣ наблюденій свѣтилъ небесныхъ, а особливо тѣхъ перемѣнъ, кои рѣдко бываютъ, и великую пользу приносятъ, не нужно упоминать здѣсь пространно. Вѣдаютъ Физики, сколько оныя къ изслѣдованію естественныхъ таинствъ, и къ просвѣщенію человѣческаго разума; вѣдаютъ Астрономы, сколько для точнаго опредѣленія теченія главныхъ тѣлъ сего видимаго міра; вѣдаютъ Географы, сколько для измѣренія и беспогрѣшнаго раздѣленія шара земнаго; вѣдаютъ Навигаторы, сколько для безопаснаго правленія корабельнаго пути на морѣ таковыя внимательныя примѣчанія служатъ.

Того ради Государи и правительства, справедливое имѣя объ общей пользѣ попеченіе, не щадятъ своихъ иждивеній на строеніе и сооруженіе Астрономическихъ Обсерваторій, на содержаніе и награжденіе людей знающихъ сію науку, и на посылки въ отдаленныя земли для наблюденія рѣдко бывающихъ явленій небесныхъ, каково недавно приключилось Венерино на Солнцѣ, которое кромѣ примѣчателей по Европейскимъ обсерваторіямъ, многихъ по протчимъ частямъ свѣта изъ Франціи и Англіи посланныхъ

Х 2 Астро-

Первая страница работы М. В. Ломоносова «Явление Венеры на Солнце»

посланные высочайшим повелением е. и. в. из Правительствующего сената с двойным жалованьем и с довольным снабдением других потребностей и инструментов господин надворный советник и астрономии профессор Попов и господин математики адъюнкт Румовский в сибирские отдаленные краи не преминули, чаятельно, употребить своего возможного старания в наблюдении сего явления, ежели им счастие такою же ясностию споспешествовало, какова здесь приключилась и здешних обсерваторов зрению дала чистый путь во все время прохождения Венерина, являющегося по Солнцу.

Пока же оные отдаленные наблюдения в Академию Наук сообщатся от наших и от иностранных, разделенных по частям света обсерваторов, предлагаем ученому свету учиненные здесь наблюдения сего редко бывающего приключения господином майором и адъюнктом астрономии Красильниковым [1] и господином Ќургановым [2], математических и навигацких наук подмастерьем поручического ранга. А чтобы ученый и науки любящий свет ведал обстоятельнее о их искусстве в астрономии и о трудах, для того прилагается здесь об них краткое известие.

Господин Красильников, ученик профессоров Делиля [3] и Фархфарсона [4], с 1733 года был в Камчатской экспедиции 13 лет для астрономических наблюдений, по возвращении ездил ради таких же дел в Нарву, Ревель [5], Ригу и на остров Даго [6] ради точного сочинения морских карт. Сими его наблюдениями определено расстояние долготы всего Российского государства от Петропавловской гавани, что на восточном берегу Камчатки, даже до мыса Дагерорта [7]; также и на многих местах им показана долгота и широта внутрь Российской державы. В 1753 году посылан был он от Академии Наук в Москву для наблюдения являемого прохождения Меркурия по Солнцу. Что все он исполнил, и в академических Комментариях и Сочинениях напечатано.

Господин Курганов упражнялся много лет в астрономии на Академической обсерватории при господине Попове [8], также и господине Красильникове. С сим был и в вышепомянутой экспедиции в Лифляндии и Естляндии; а после того с профессором астрономии Гришовым [9] отправлял важные астрономические наблюдения больше года на остро-

ве Езеле [10] и от него аттестован Академии адъюнктом. А в прошлом году истребован от Адмиралтейской коллегии в Академию Наук ради его искусства в астрономии и назначен для астрономических наблюдений к исправлению Российского атласа.

Наблюдения их на здешней Обсерватории учинены следующим образом. Перед явлением Венеры в Солнце за несколько дней определили они мгновение полудни по многим соответствующим вышинам Солнца поутру и пополудни так, что погрешность не могла быть с одну секунду, как в журнале их явствует, и проведены точные меридианы, а в 26 число поутру усмотрели по истинному времени; господин Красильников в шестифутовую о двух стеклах трубу увидел:

край Венеры на Солнце в 4 часа 10′1″;

полное вступление Венеры или прикосновение внутреннее задним ее краем в 4 часа 26′39″;

при выходе первое прикосновение передним ее краем в 10 часов 19′4″;

совершенное выступление в 10 часов 37′0″.

А господин Курганов в григорианскую трубу [11] увидел:

первый край Венеры на Солнце в 4 часа 9′42″;

полное вступление или прикосновение задним ее краем в 4 часа 26′41″;

при выходе первое прикосновение передним ее краем в 10 часов 19′1″;

совершенное выступление в 10 часов 37′2″.

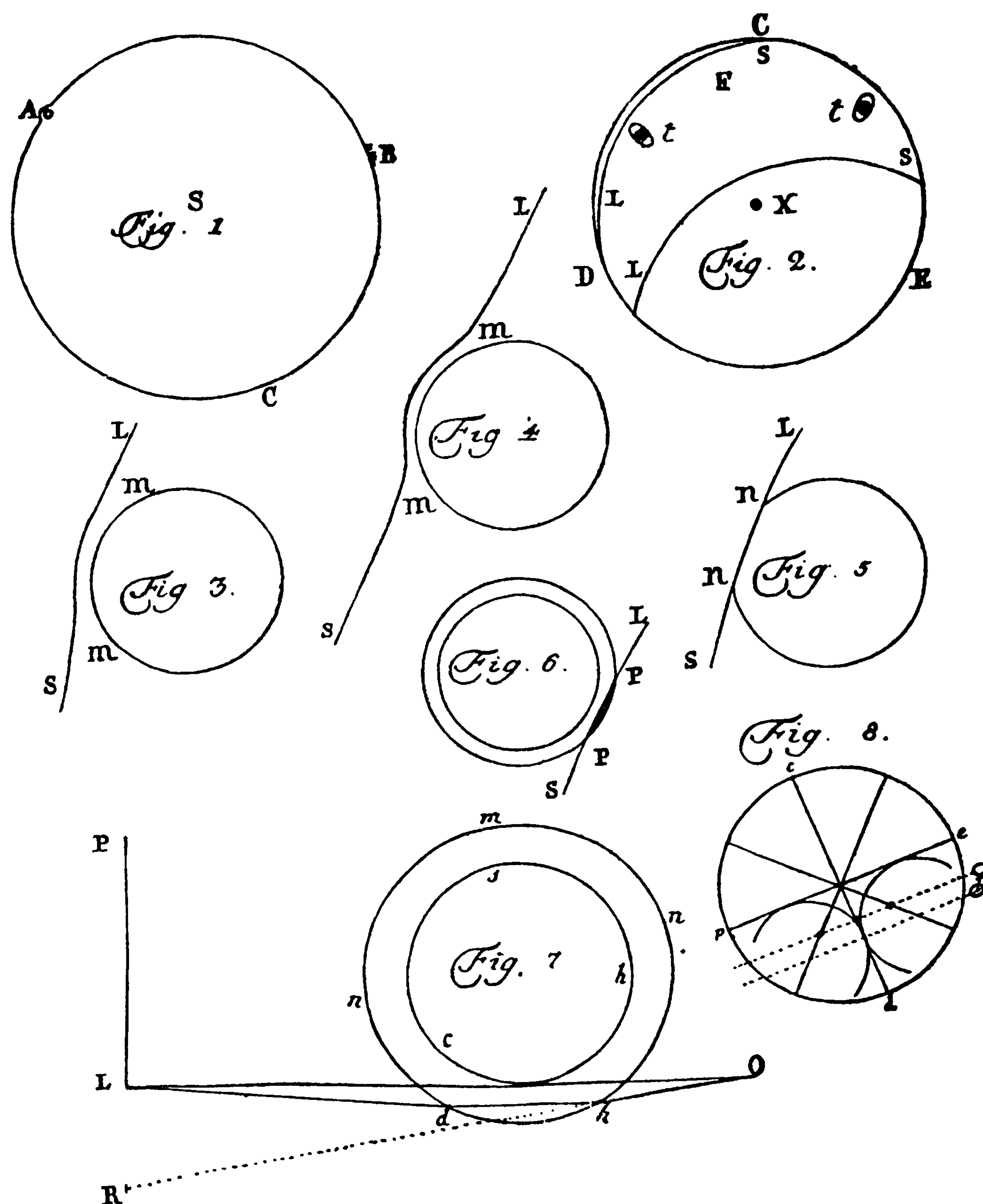
А понеже при тех трубах исправного микрометра не имелось, которым бы удобнее можно было учинить столь же нужное, как и помянутые примечания, то есть смерить самое кратчайшее Венеры расстояние от солнечного центра, принадлежащее к способному вычислению ее ширины и прочего, то употребили они для точного определения ее пути во время прохождения по Солнцу другой наилучший следующий способ.

По проведенному в Обсерватории меридиану установлена была параллактическая машина с шестифутовою трубою и при ней ретикул, то есть сеточка из одинаких шелковинок, так расположенных (как по-

казывает фигура 8-я) в трубе таким приведением, чтобы южный солнечный край (по оборотному виду) во время каждого его прохождения в трубе шел, точно прикасаясь одного из тех волоска *pe,* часть дневно го круга солнечного пути представляющего. Сие произвели в действие. Ибо при всяком таком наблюдении, которое не больше $2^1/_4$ минут продолжалось, была перемена в склонении Солнца весьма нечувствительна, потому что и суточная оного разность не далее шести минут простиралась. Потом попеременно один обсерватор, смотря в течение прикосновений солнечных краев и прохождения Венерина центра к шелковинкам ретикула, подавал скоропостижные сигналы, а другой, непрестанно смотря на часы, те мгновения записывал. Центр Венеры в таком прохождении точно был примечен, потому что и целого ее поперечника в том не больше $4^1/_2$ секунд медлилось. Таких наблюдений взято девять, по которым и без микрометра для ожидаемой пользы от поправления астрономической теории из всего дела со всякою точностию по достоверным вычислениям, употребя при том новейшие солнечные таблицы господина де ла Калльe [12], произвели следующее.

Многократно примечено прохождение Венерина поперечника чрез часовой круг *cd* в $4^1/_2$ секунды времени, а солнечного около соединения в 2′17″. Из того диаметр Солнца вычислен в частях большего круга 0°31′36″, Венеры 1′2″. Следственно, величины их диаметров в содержании, как 61 к 2. Истинное время видимого соединения ♀ с ⊙[3] 7 час. 43′5″ [13]. Длина оных тогда была в П[етербурге] 15°36′9″. Ширина Венеры южная — 0°10′1″. Угол наклонения ее пути с кругом ширины к востоку — 81°29″ *.

* Вышеупомянутый г. Курганов по вычислению своему узнал, что сие достопамятное прохождение Венеры по Солнцу паки в 1769 году мая 23 дня по старому штилю случится, которое хотя в Санктпетербурге видеть и сумнительно токмо многие места около здешней параллели, а особливо далее к северу лежащие, могут быть свидетелями. Ибо начало вступления воспоследует здесь в 10-м часу пополудни, а выступление — в 3-м часу пополуночи; являемо пойдет по верхней половине Солнца в расстоянии от его центра близко $^2/_3$ солнечного полупоперечника. А с 1769 году по прошествии ста пяти лет снова сие явление видимо быть имеет. Того ж 1769 года октября 29 дня такое же прохождение и планеты Меркурия по Солнцу будет видимо только в Южной Америке.



Кроме сих строгих астрономических наблюдений, господин коллежский советник и профессор Ломоносов любопытствовал у себя больше для физических примечаний, употребив зрительную трубу о двух стеклах длиною в $4^1/_2$ фута. К ней присовокуплено было весьма не густо копченое стекло, ибо он намерился только примечать начало и конец явления и на то употребить всю силу глаза, а в прочее время прохождения дать ему отдохновение.

Ожидая вступления Венерина на Солнце около сорока минут после предписанного в эфемеридах времени, увидел наконец, что солнечный

край чаемого вступления стал неявственен и несколько будто стушеван, а прежде был весьма чист и везде равен (смотри *B*, фиг. 1); однако, не усмотрев никакой черности и думая, что усталый глаз его тому помрачению причиною, отстал от трубы. После немногих секунд, взглянувши в нее, увидел на том месте, где край Солнца показался прежде неявственен, действительно черную щербину или отрезок весьма невеликий, но чувствительный вступающия Венеры. После с прилежанием смотрел вступления другого Венерина заднего края, который, как казалось, еще не дошел, и оставался маленький отрезок за Солнцем; однако вдруг показалось между вступающим Венериным задним и между солнечным краем разделяющее их тонкое, как волос, сияние, так что от первого до другого времени не было больше одной секунды.

При выступлении Венеры из Солнца, когда передний ее край стал приближаться к солнечному краю и был (как просто глазом видеть можно) около десятой доли Венерина диаметра, тогда появился на краю Солнца пупырь (смотри *A*, фиг. 1), который тем явственнее учинился, чем ближе Венера к выступлению приходила (смотри фиг. 3 и 4). *LS* значит край Солнца, *mm* — выпуклистое перед Венерою Солнце. Вскоре оный пупырь потерялся, и Венера показалась вдруг без края (смотри фиг. 5); *nn* — отрезок, хотя весьма малый, однако явственный.

Полное выхождение, или последнее прикосновение Венеры заднего края к Солнцу, при самом выходе было также с некоторым отрывом и с неясностию солнечного края.

При сем ясно примечено, что как только из оси трубы Венера выступала в близость краям отверстия, тотчас являлись цвéты от преломления лучей, и края оныя казались неявственны тем больше, чем была от оси *X* [фиг. 2] далее. Для того при сей обсерватории устанавливалась труба, чтобы Венера была всегда в центре отверстия, где края ее казались весьма явственны без всяких цвéтов.

По сим примечаниям господин советник Ломоносов рассуждает, что планета Венера окружена знатною воздушною атмосферою, таковою (лишь бы не большею), какова обливается около нашего шара земного. Ибо, во-первых, перед самым вступлением Венеры на солнечную по-

верхность потеряние ясности в чистом солнечном крае *B* значит, как видится, вступление Венериной атмосферы в край солнечный. Изъяснение сего явствует в фигуре 6. *LS* — край солнечный, *PP* — часть Венериной атмосферы. При выходе Венеры прикосновение ее переднего края произвело выпуклость. Сие не что иное показывает, как преломление лучей солнечных в Венериной атмосфере. *LP* — конец диаметра видимой солнечной плоскости (фиг. 7); *sch* — тело Венеры; *mnn* — ее атмосфера; *LO* — простирающийся луч к обсерваторову глазу от самого края Солнца вплоть подле тела Венеры, ежели бы атмосферы не было. Но когда есть атмосфера, тогда самого края солнечного луч *Ld,* преломившись в *d,* к перпендикулу достигает до *h* и, преломившись от перпендикула, простирается к глазу смотрителеву в *O.* А из оптики известно, что глаз видит по той линее, которая в него входит; для того самый край Солнца *L* уже через преломление должен быть видим в *R,* по линее прямой *OR,* то есть далее самого края солнечного *L,* и ради того излишек расстояния *LR* представить должен пупырь на краю солнечном перед передним краем Венеры при ее выступлении.

ПРИБАВЛЕНИЕ

Сие редко встречающееся явление требует двоякого объяснения. Первым должно отводить от людей, не просвещенных никаким учением, всякие неосновательные сомнительства и страхи, кои бывают иногда причиною нарушения общему покою. Нередко легковерием наполненные головы слушают и с ужасом внимают, что при таковых небесных явлениях пророчествуют бродящие по миру богаделенки, кои не токмо во весь свой долгий век о имени астрономии не слыхали, да и на небо едва взглянуть могут, ходя сугорбясь. Таковых несмысленных прорекательниц и легковерных внимателей скудоумие ничем, как посмеянием, презирать должно. А кто от таких пугалищ беспокоится, беспокойство его должно зачитать ему ж в наказание за собственное его суемыслие. Но сие больше касается до простонародия, которое о науках никакого понятия не имеет. Крестьянин смеется астроному, как пустому верхогляду. Астроном чувствует внутреннее увеселение,

представляя в уме, коль много знанием своим его превышает, человека себе подобно сотворенного.

Второе изъяснение простирается до людей грамотных, до чтецов писания и ревнителей к православию, кое святое дело само собою похвально, если бы иногда не препятствовало излишеством высоких наук приращению.

Читая здесь о великой атмосфере около помянутой планеты, скажет кто: подумать-де можно, что в ней потому и пары́ восходят, сгущаются облака, падают дожди, протекают ручьи, собираются в реки, реки втекают в моря, произрастают везде разные прозябения, ими питаются животные. И сие-де, подобно Коперниковой [14] системе, противно-де закону.

От таковых размышлений происходит подобный спор о движении и о стоянии Земли. Богословы западныя церкви принимают слова Иисуса Навина [15], глава 10 стих 12, в точном грамматическом разуме и потому хотят доказать, что Земля стоит.

Но сей спор имеет начало свое от идолопоклоннических, а не от христианских учителей. Древние астрономы (еще задолго до рождества Христова): Никита Сиракузянец [16] признал дневное Земли около своей оси обращение, Филолай [17] — годовое около Солнца. Сто лет после того Аристарх Самийский [18] показал солнечную систему яснее. Однако эллинские жрецы и суеверы тому противились и правду на много веков погасили. Первый Клеант некто доносил на Аристарха [19], что он по своей системе о движении Земли дерзнул подвигнуть с места великую богиню Весту, всея Земли содержательницу, дерзнул беспрестанно вертеть Нептуна, Плутона, Цересу, всех нимф, богов лесных и домашних по всей Земли. Итак, идолопоклонническое суеверие держало астрономическую Землю в своих челюстях, не давая ей двигаться, хотя она сама свое дело и божие повеление всегда исполняла. Между тем астрономы принуждены были выдумывать для изъяснения небесных явлений глупые и с механикою и геометриею прекословящие пути планетам, циклы и эпициклы (круги и побочные круги).

Жаль, что тогда не было таких остроумных поваров, как следующий:

Случились вместе два астронома в пиру,
И спорили весьма между собой в жару.
Один твердил: Земля, вертясь, круг Солнца ходит;
Другой — что Солнце все с собой планеты водит;
Один Коперник был, другой слыл Птоломей [20].
Тут повар спор решил усмешкою своей.
Хозяин спрашивал:— Ты звезд теченье знаешь?
Скажи, как ты о сем сомненье рассуждаешь?
Он дал такой ответ:— Что в том Коперник прав,
Я правду докажу, на Солнце не бывав.
Кто видел простака из поваров такого,
Который бы вертел очаг кругом жаркого?

Коперник возобновил, наконец, солнечную систему, коя имя его ныне носит, показал преславное употребление ее в астрономии, которое после Кеплер [21], Невтон [22] и другие великие математики и астрономы довели до такой точности, какую ныне видим в предсказании небесных явлений, чего по земностоятельной системе отнюдь достигнуть невозможно.

Несказанная премудрость дел божиих хотя из размышления о всех тварях явствует, к чему предводительствует физическое учение, но величества и могущества его понятие больше всех подает астрономия, показывая порядок течения светил небесных. Воображаем себе тем явственнее создателя, чем точнее сходствуют наблюдения с нашими предсказаниями; и чем больше постигаем новых откровений, тем громчае его прославляем.

Священное писание не должно везде разуметь грамматическим, но нередко и риторским разумом. Пример подает святый Василий Великий [23], как оное с натурою согласует и в Беседах своих на шестодневник ясно показывает, каким образом в подобных местах библейские слова толковать должно. Беседуя о Земли, обще пишет: «Аще когда во псалмех услышиши: Аз утвердих столпы ея; содержательную тоя силу столпыречени быти возмни» (беседа 1). Рассуждая слова и повеления божия в миросоздании «И рече бог» и другие, следующее объявляет: «Кая потреба слова могущим от самаго ума общити друг другу советы» (беседа 2), явно изъявляя, что слова божеские не требуют ни уст, ни

ушей, ни воздуха к сообщению взаимному своего благоволения, но ума силою разглагольствуют. И в ином месте (беседа 3) то ж о изъяснении таковых мест подтверждает: «В проклятстве Израилю будет тебе,— глаголет,— небо медяно: Что сие глаголет? Всеконечную сухость и оскудение воздушных вод». Упоминающиеся часто в Библии божие чувства толкуя, так пишет: «И виде бог, яко добро: не само тое утешное некое зрение моря слово показует богу явити. Не очима бо зрит доброты здания творец; но неизглаголанною премудростию видит бывающая». Не довольно ли здесь великий и святый сей муж показал, что изъяснение священных книг не токмо позволено, да еще и нужно, где ради метафорических выражений с натурою кажется быть не сходственно?

Правда и вера суть две сестры родные, дщери одного всевышнего родителя: никогда между собою в распрю прийти не могут, разве кто из некоторого тщеславия и показания своего мудрования на них вражду всклеплет. А благоразумные и добрые люди должны рассматривать, нет ли какого способа к объяснению и отвращению мнимого между ними междоусобия, как учинил вышереченный премудрый учитель нашея провославныя церкви. Которому согласуясь, Дамаскин[24] святый, глубокомысленный богослов и высокий священный стихотворец, в Опасном издании православныя веры (кн. 2, гл. 6)[25], упомянув разные мнения о строении мира, сказал: «Обаче аще же тако, аще же инако, вся божиим повелением быша же и утвердишася». То-есть: физические рассуждения о строении мира служат к прославлению божию и вере не вредны. То же и в следующих утверждает: «Есть убо небо небесе, первое небо повыше тверди суще. Се два неба: и твердь бо назва бог небо. Обычно же священному писанию и воздух небом звати, за еже зретися горé. Благословите бо, глаголет, вся птицы небесныя, воздушныя глаголя, воздух бо летательных есть путь, а не небо. Се три небеса, яже божественный рече апостол. Аще же и седмь поясы седмь небеса прияти восхощеши, ничто же слову истины враждает». То есть: хотя кто и древние эллинские мнения о седми небесах примет, священному писанию и Павлову сказанию не вредно.

Василий Великий, о возможности многих миров рассуждая, пишет: «Яко же бо скудельник, от того же художества тминные создав сосуды,

ниже́ художество, ниже́ силу изнутри, тако и всего сего содетель, не единому миру соумеренную имея творительную силу, но на бесконечногубое превосходящую, мгновением хотения единем во еже быти приведе величества видимых».

Так сии великие светильники познание натуры с верою содружить старались, соединяя его снискание с богодохновенными размышлениями в однех книгах по мере тогдашнего знания в астрономии. О, если бы тогда были изобретены нынешние астрономические орудия и были бы учинены многочисленные наблюдения от мужей, древних астрономов знанием небесных тел несравненно превосходящих, если бы тогда открыты были тысящи новых звезд с новыми явлениями, каким бы духовным парением, соединенным с превосходным их красноречием, проповедали оные святые риторы величество, премудрость и могущество божие!

Некоторые спрашивают, ежели-де на планетах есть живущие нам подобные люди, то какой они веры? Проповедано ли им евангелие? Крещены ли они в веру Христову? Сим дается ответ вопросный. В южных великих землях, коих берега в нынешние времена почти только примечены мореплавательми, тамошние жители, также и в других неведомых землях обитатели, люди видом, языком и всеми поведениями от нас отменные, какой веры? И кто им проповедал евангелие? Ежели кто про то знать или их обратить и крестить хочет, тот пусть по евангельскому слову («не стяжите ни злата, ни сребра, ни меди при поясех ваших, ни пиры на пути, ни двою ризу, ни сапог, ни жезла») туда пойдет. И как свою проповедь окончит, то после пусть поедет для того ж и на Венеру. Только бы труд его не был напрасен. Может быть тамошние люди в Адаме не согрешили, и для того всех из того следствий не надобно. «Многи пути ко спасению. Многи обители суть на небесех».

При всем сем христианская вера стоит непреложна. Она божиему творению не может быть противна, ниже́ ей божие творение, разве тем чинится противность, кои в творения божия не вникают.

Создатель дал роду человеческому две книги. В одной показал свое величество, в другой — свою волю. Первая — видимый сей мир, им созданный, чтобы человек, смотря на огромность, красоту и строй-

ность его зданий, признал божественное всемогущество, по мере себе дарованного понятия. Вторая книга — священное писание. В ней показано создателево благоволение к нашему спасению. В сих пророческих и апостольских богодохновенных книгах истолкователи и изъяснители суть великие церковные учители. А в оной книге сложения видимого мира сего суть физики, математики, астрономы и прочие изъяснители божественных, в натуру влиянных действий суть таковы, каковы в оной книге пророки, апостолы и церковные учители. Нездраворассудителен математик, ежели он хочет божескую волю вымерять циркулом. Таков же и богословия учитель, если он думает, что по псалтире научиться можно астрономии или химии.

Толкователи и проповедники священного писания показывают путь к добродетели, представляют награждение праведным, наказание законопреступным и благополучие жития, с волею божиею согласного. Астрономы открывают храм божеской силы и великолепия, изыскивают способы и ко временному нашему блаженству, соединенному с благоговением и благодарением ко всевышнему. Обои обще удостоверяют нас не токмо о бытии божием, но и о несказанных к нам его благодеяниях. Грех всевать между ими плевелы и раздоры!

Сколько рассуждение и внимание натуральных вещей утверждает в вере, следуют тому примеры не токмо из эллинских стихотворцев, но и из великих христианских первых учителей.

Клавдиян [26] о падении Руфинове [27] объявляет, коль много служит внимание к натуре для познания божества:

Я долго размышлял и долго был в сомненье,
Что есть ли на Землю от высоты смотренье,
Или по слепоте без ряду все течет,
И промыслу с небес во всей вселенной нет.
Однако, посмотрев светил небесных стройность
Земли, морей и рек доброту и пристойность,
Премену дней, ночей, явления Луны,
Признал, что божеской мы силой созданы.

Больше не остается, как только коротко сказать и повторить, что знание натуры, какое бы оно имя ни имело, христианскому закону не

противно; и кто натуру исследовать тщится, бога знает и почитает, тот с Василием Великим согласится, коего словами сие заключается (беседа 6, о бытии светил): «Аще сим научимся, себе самыя познаем, бога познаем, создавшему поклонимся, владыце поработаем, отца прославим, питателя нашего возлюбим, благодетеля почтим, началовожду жизни нашея насущия и будущия поклоняющеся не престанем».



ПРИЛОЖЕНИЯ



ОТ РЕДАКЦИИ

Избранные произведения М. В. Ломоносова по химии и физике, публикуемые в настоящем выпуске серии «Классики науки», включают 17 диссертаций великого русского ученого. Они посвящены вопросам теоретической и экспериментальной химии — атомно-молекулярной теории, механической теории теплоты, физической химии и, в частности, учению о растворах, проблемам окисления и восстановления металлов, а также некоторым вопросам физики — учению об атмосферном электричестве, учению о свете и цветах, физическим свойствам материи и некоторым другим.

Все диссертации публикуются по текстам Полного собрания сочинений М. В. Ломоносова, изданного в десяти томах Академией наук СССР в 1950—1959 гг.,— либо в изложении самого М. В. Ломоносова, на русском языке, либо в переводах с латинского, выполненных в свое время Б. Н. Меншуткиным и Я. М. Боровским. В комментариях частично использованы примечания библиографического характера из Полного собрания сочинений М. В. Ломоносова (1950—1959 гг.).

Составители тома ставили задачей дать читателю комплекс трудов М. В. Ломоносова по химии и физике, отражающих главнейшие направления исследовательской деятельности великого ученого в области естественных наук. Особое внимание было обращено на составление примечаний и кратких комментариев, разъясняющих недостаточно понятные современному читателю места текста и дающих необходимые справки и литературные ссылки.

Более детально научная деятельность М. В. Ломоносова и его научные взгляды и теории рассматриваются в сопроводительной статье. Здесь также сделана попытка исторического анализа научного творчества Ломоносова и историко-научная оценка значения его деятельности в области химии и физики. При этом составители сознательно отступили от традиции серии «Классики науки», не поместив в сопроводительной статье краткой биографии М. В. Ломоносова, многократно публиковавшейся в различных изданиях и широко известной.

Сопроводительная статья написана Н. А. Фигуровским с добавлениями О. А. Лежневой (в части физики). Примечания и комментарии Н. А. Фигуровского (к работам 1—6, 9 и 10), О. А. Лежневой (к работам 7, 8, 11—17) и Г. А. Андреевой (вводные очерки ко всем работам). Составители тома — Г. А. Андреева и Н. А. Фигуровский.

Редакция тома выражает надежду, что издание избранных трудов М. В. Ломоносова по химии и физике не только познакомит широкий круг читателей с наиболее выдающимися естественнонаучными трудами М. В. Ломоносова, но и привлечет новых исследователей к дальнейшей разработке и исторической оценке научного наследия одного из выдающихся естествоиспытателей XVIII столетия и основателя русской науки.



ТРУДЫ М. В. ЛОМОНОСОВА ПО ХИМИИ И ФИЗИКЕ

ВВЕДЕНИЕ

Труды М. В. Ломоносова по химии и физике немногочисленны (около двадцати работ). Опубликовать в законченном виде Ломоносов успел лишь несколько диссертаций. Значительная часть его научного наследия, относящегося к химии и отчасти к физике, осталась после его смерти в виде рукописей, долгие годы хранившихся в архивах и почти неизвестных исследователям. Некоторые важные работы Ломоносова по химии увидели свет лишь спустя более 150 лет после их написания. Опубликование в 1904 г. Б. Н. Меншуткиным неизвестных и малоизвестных диссертаций и заметок Ломоносова по химии и последующее изучение архивных материалов, относящихся к его деятельности в области химии и физики, позволили совершенно по-новому увидеть и оценить научное творчество Ломоносова в этих областях. Весь комплекс работ Ломоносова и многочисленные документы, освещающие его деятельность, позволяют проследить шаг за шагом путь его научного развития и формирования его научного миропонимания.

Еще сравнительно недавно при оценке научного творчества Ломоносова по химии и физике обычно говорили об его «гениальных догадках», о том, что высказанные им отдельные мысли и научные положения в этих областях далеко опередили свое время, не оказав, однако, влияния на развитие науки. В результате изучения всего комплекса научных трудов Ломоносова и откликов на них в научной литературе становится очевидным, что вся система его миропонимания и сделан-

ные им крупнейшие научные открытия представляют собой исключительное явление в истории науки XVIII в.

Крупнейший естествоиспытатель-материалист, с широким научным кругозором, Ломоносов вместе с тем был и новатором науки, ясно видевшим ее основные цели и магистральные пути развития. В отличие от большинства своих современников он не чуждался исследований, связанных с практическими приложениями науки. Напротив, многократно подчеркивая необходимость тесной связи теории и практики, он всей своей деятельностью показал, насколько плодотворна эта связь для исследователя. Старым традиционным представлениям, оставшимся в науке его времени от средневековья, он противопоставил новые прогрессивные концепции и даже цельную научную систему, позволившую объяснить с новых позиций разнообразные явления и процессы.

Разработанная Ломоносовым корпускулярная теория строения вещества явилась непревзойденной в XVIII в. трактовкой атомно-молекулярной теории. Эта корпускулярная теория лежит в основе всего научного творчества Ломоносова. Именно исходя из представлений об атомах и корпускулах (молекулах), составляющих тела, Ломоносов пришел к ряду крупнейших открытий, которые явились первыми в истории науки объективными аргументами в пользу атомно-молекулярной структуры вещества.

Интересно и поучительно проследить логический путь научного развития Ломоносова. Начав с формулировки задач химии, он предпринял разработку атомно-молекулярной теории. На ее основе затем он рассмотрел важнейшие теоретические проблемы химии и физики: учение «о частных качествах тел», кинетическую теорию материи, учение о теплоте, учение о растворах, представления о металлах, закон сохранения вещества и движения и пр. В дальнейшем он перешел к проблемам, связанным с выяснением природы света, электричества, космических явлений и другим важным вопросам физики. Весь комплекс трудов Ломоносова — это планомерное развитие его представлений о веществе и энергии, основанных на атомно-молекулярной теории. Поэтому все диссертации Ломоносова тесно связаны друг с дру-

гом по содержанию и пронизаны общей научной и идейной направленностью.

Хронологическая последовательность работы Ломоносова над отдельными диссертациями, появление его набросков и заметок по различным вопросам физики и химии хорошо отражают развитие его научных идей. Однако Ломоносов, высказав однажды какую-либо идею или положение, часто вновь и вновь возвращался к ней в своих трудах, углубляя первоначально высказанные мысли. Поэтому целесообразно дать здесь краткие обзоры развития идей и теорий Ломоносова по важнейшим разделам его теоретических и практических исследований.

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ПРЕДМЕТА И ЗАДАЧ ХИМИИ

Точной формулировке предмета и задач химии Ломоносов придавал особое значение. Едва приступив к научной деятельности в области химии, он прежде всего позаботился о точном определении главной задачи этой науки, как бы желая подчеркнуть строгую направленность задуманного комплекса своих исследований. Имея перед собою образцы определений химии в широко тогда распространенных и весьма авторитетных учебниках, таких, как книги Бургаве, Лемери, Шталя и др., Ломоносов, однако, с самого начала категорически отверг эти образцы и предложил взамен их свои оригинальные формулировки. Новизной и точностью выражений эти формулировки открыли совершенно новую страницу в развитии химии.

Ломоносов неоднократно возвращался к определению предмета химии и к перечислению важнейших задач этой науки. Интересные высказывания его имеются в «Элементах математической химии», в планах работ в Химической лаборатории, в «Слове о пользе химии», в набросках планов курса физической химии и в других сочинениях. Основой всех этих высказываний остается первоначальное определение задач химии, данное в «Элементах математической химии».

Известно, что в отличие от физики, сделавшей крупнейшие успехи еще в XVI и XVII вв. и достигшей в эпоху Ньютона весьма высокого уровня, химия значительно отставала в своем развитии. К началу

XVIII в. химия располагала довольно обширным фактическим материалом, накопленным в течение многих столетий. Однако этот материал был плохо систематизирован и рассматривался без учета взаимосвязи химических явлений и свойств веществ. Многие традиционные алхимические и иатрохимические верования еще довлели над умами химиков и привлекались при объяснении непонятных явлений. В объемистом учебнике химии Бургаве в основе изложения еще остаются аристотелевские стихии; правда, они рассматривались автором и как своеобразные «анализаторы» веществ (анализ огнем, анализ водой и пр.).

В начале XVIII в. химия фактически не выделилась еще в самостоятельную науку. Она по-прежнему оставалась придатком медицины и фармации и преподавалась главным образом на медицинских факультетах университетов в качестве вспомогательного раздела лекарствоведения. Все крупные химики были врачами или аптекарями. Редко среди химиков того времени можно было встретить людей, не занятых врачебной практикой,— металлургов, пиротехников и пр. или весьма богатых «любителей», занимавшихся химическими экспериментами вне связи с медицинскими нуждами. Большинство химиков-врачей были далеки от разработки теоретических основ химии и рассматривали химию лишь как «искусство» изготовления лекарств. Не удивительно поэтому, что во всех учебниках химии первой половины XVIII в. определение предмета химии и формулировки ее важнейших задач сводились, в сущности, к более или менее завуалированным утверждениям, что химия представляет собою искусство, обслуживающее медицинские и аптекарские нужды. Например, Бургаве[1] так определяет предмет химии: «Химия есть искусство, учащее, каким образом упражняться в достоверных физических операциях, посредством которых, с помощью соответствующих инструментов, возможно открывать или обнаруживать чувствительные тела и собирать их в сосуды с тем, чтобы познать отдельные полученные продукты и причины

[1] Hermannus Boerhaave. Elementa Chemiae, t. I. Lipsiae, 1732, p. 37.

действий, а также и применение этих продуктов в различных искусствах» [1].

Подобным же образом определяет предмет химии и Лемери в своем известном учебнике [2]. «Химия есть искусство, учащее отделять различные субстанции, которые содержатся в смешанных телах (mixte). Я понимаю под смешанными телами такие, которые, естественным образом сочетаясь, образуют минералы, растительные и животные тела».

Мало отличается от приведенных определений и формулировка Г. Шталя в его «Основаниях химии»: «Химия, иначе алхимия, или спагирия,— есть искусство разложения тел смешанных, или составных, или смесей на их составные части, или искусство соединения составных частей в тела. Предметом ее являются все тела, смешанные или составные, поскольку они могут разлагаться и составляться; цель ее — само разложение и соединение, или разрушение и возрождение» [3].

Все эти определения, типичные для начала XVIII в., хорошо отражают уровень теоретической химии того времени и ограниченность задач, стоявших и ставившихся перед исследователями. Теория флогистона, позволившая впервые в истории химии рассматривать с единой общей точки зрения большой круг явлений и поэтому оживившая на первых ступенях своего развития химию, не внесла однако существенных изменений в задачи, ставившиеся перед химией ее знатоками. Один из видных флогистиков середины XVIII в. П. Макер (1718—1784), в сущности, повторяет определение химии, данное Шталем [4]. Впрочем, в XVIII в. в определениях задач химии все настойчивее повторялся мотив, нашедший в дальнейшем окончательную и широко известную формулировку у Лавуазье: «Химия идет к своей цели, к полному совершенству, разделяя, подразделяя и еще подразделяя тела, и мы не знаем, каков предел ее успехов». Этот мотив — стремле-

---

[1] Более подробно о взглядах Бургаве на задачи химии см. у Б. Н. Меншуткина. «Труды М. В. Ломоносова по физике и химии», М.—Л., 1936, стр. 512—514.

[2] Nicolas L e m e r y. Cours de Shymie. X ed., Paris, 1713, p. 2.

[3] См. Б. Н. Меншуткин. Там же, стр. 512.

[4] Elements de chymie théoretique par M. Macquer. Paris, 1949, p. 1. См также Б. Н. Меншуткин. Там же, стр. 514.

ние к разделению, к выделению в свободном состоянии составляющих тела элементов, вполне понятен. Начиная с середины XVIII в., химия вступила в «аналитический» период своего развития.

Ломоносов в своих определениях химии неизмеримо шире рассматривает ее задачи, отнюдь не ограничиваясь лишь единственной «аналитической» или даже «аналитико-синтетической» целью, свойственной представителям химического искусства составления лекарств. Именно в связи с широкими задачами, которые Ломоносов ставил перед химией, он отбросил старое представление о химии как «искусстве» и впервые назвал химию «наукой», несмотря на то, что в его время химия наукой еще не могла почитаться: не было еще известно ни одного химического закона, а химические теории только-только зарождались и стояли на уровне научных гипотез.

Уже в «Элементах математической химии» (1741) Ломоносов дал краткое и точное определение химии: «Химия — наука об изменениях, происходящих в смешанном теле, поскольку оно смешанное». Характерно, что вслед за этим определением Ломоносов в особом «пояснении» пишет: «Не сомневаюсь, что найдутся многие, которым это определение покажется неполным и которые будут сетовать на отсутствие принципов разделения, соединения, очищения и других выражений, которыми наполнены почти все химические книги; но те, кто проницательнее, легко усмотрят, что упомянутые выражения, которыми весьма многие писатели по химии имеют обыкновение обременять без надобности свои исследования, могут быть охвачены одним словом: смешанное тело. В самом деле, обладающий знанием смешанного тела может объяснить все возможные изменения его и в том числе разделение, соединение и т. д.» [1]. Таким образом, Ломоносов предложил новую формулировку главной задачи химии, противопоставив ее общепринятым в XVIII в. определениям. Высказав на заре своей научной деятельности мысль о главной задаче химии, Ломоносов тем самым поставил перед собою трудную и ответственную задачу *реформы* химии, ее превраще-

---

[1] ПСС, т. I, 1950, стр. 67.

ния из «искусства» в «науку». Реформа эта касалась самой сущности трактовки предмета химии, и следовательно, основных задач научного исследования. Ломоносовское определение химии как *науки* включает в себя «аналитический» и «синтетический» элементы прежних определений лишь в качестве методических деталей исследований, вытекающих из главной задачи — познания изменений, происходящих в смешанных телах (химических соединениях). Едва ли есть необходимость подчеркивать, что термин «познание изменений» включает в себя задачи изучения и химических *явлений* и химических *процессов*.

В связи с этим, развивая далее данное им определение химии, Ломоносов, также в отличие от своих предшественников и современников, выдвинул новую проблему теоретического исследования. В цитированных выше учебниках Бургаве, Лемери и др. нигде не ставилась в сколько-нибудь отчетливой форме задача теоретического исследования изменений вещества. В большинстве учебников химии XVIII в. обычно говорилось лишь о разделении химии на химию минеральных, растительных и животных веществ. Некоторые авторы учебников (Бургаве, Макер и др.) писали в своих курсах также об аристотелевских стихиях как основе изложения материала. С историко-химической точки зрения такой чисто практический подход к изложению материала курсов вполне понятен. Искусство составлять лекарства или даже изучать вещества с точки зрения их состава, с целью выяснения возможности использования этих веществ в практике само по себе не могло стимулировать стремления к теоретическому объяснению отдельных явлений и тем более процессов.

Из дальнейшего содержания «Элементов математической химии» и ряда других сочинений, написанных в начале 40-х гг., очевидно, что Ломоносов понимал теоретическое исследование как объяснение явлений, или как выяснение причин явлений (§ 12). В основу объяснения явлений он положил систематизацию и рассмотрение всего фактического материала химии с точки зрения атомно-молекулярной теории. Такая задача совершенно необычна для химиков середины XVIII в., и в этом отношении Ломоносов далеко опередил свое время. Однако Ломоносов не ставил теоретическое исследование единственной целью хи-

мии. Разъясняя задачи теоретического исследования [1], он вместе с тем сформулировал и задачи практической части химии, состоящие в «историческом познании изменений, происходящих в смешанном теле», или в том, как «из нескольких взятых тел» получить новые [2]. Идеал же «истинного химика» он видел в положении (§13): «Истинный химик должен быть теоретиком и практиком» [3].

Свое сочинение, посвященное изложению теоретических основ химии, Ломоносов назвал «Элементы математической химии». Он считал, что для более глубокого познания химических истин необходимо изучать механику. А изучение механики предполагает знание математики, которая и сама по себе позволяет с помощью уравнений сделать ясным и достоверным непонятное и темное [4]. Механическая позиция Ломоносова вполне понятна и естественна для ученого-естествоиспытателя XVIII в. Хорошо известно, как на основе открытых в XVII и XVIII вв. законов механики быстрых успехов достигла физика, особенно в эпоху Ньютона. К объяснению же химических явлений никто еще не пытался применять законов механики и математического метода. Вот почему Ломоносов замечает: «Если бы те, которые все свои дни затемняют дымом и сажей и в мозгу которых господствует хаос от массы непродуманных опытов, не гнушались поучиться священным законам геометров... то несомненно могли бы глубже проникнуть в таинства природы, истолкователями которой они себя объявляют. В самом деле, если математики из сопоставления немногих линий выводят очень многие истины, то и для химиков я не вижу никакой иной причины, вследствие которой они не могли бы вывести больше закономерностей из такого обилия имеющихся опытов, кроме незнания математики» [5].

Оставляя в стороне известные высказывания Ломоносова о связи между химией, физикой и математикой [6] и о значении опыта в исследо-

[1] ПСС, т. I, 1950, стр. 69—71.

[2] Там же.

[3] Там же.

[4] Там же, стр. 73—75.

[5] Там же,

[6] Там же, стр. 115.

вании [1], проследим за развитием мыслей Ломоносова о предмете химии и ее задачах. В одной из «276 заметок по физике» Ломоносов писал: «Надо помнить, что я при объяснении явлений буду поступать так, чтобы не только они легко объяснялись из основного положения, но и доказывали самое это положение» [2]. Ломоносов именно так и поступил: развив свою корпускулярную теорию, он объяснил с ее помощью разнообразные явления, которые в результате такого объяснения стали понятными. Вместе с тем эти объяснения и выводы Ломоносова оказались серьезными аргументами в пользу самой теории. В тех же заметках Ломоносов вновь возвращается к вопросу о приложении математики к химии. Он пишет: «Все, что есть в природе, математически точно и определенно; хотя мы иногда сомневаемся в этой точности, но наше незнание нисколько не умаляет ее: если бы даже весь мир сомневался в том, что дважды два четыре, все-таки дважды два у всех сомневающихся дадут четыре» [3]. И в дальнейших работах мысль о применении математики к химии нередко повторяется в различных вариантах. Так, в «Диссертации о действии химических растворителей вообще» (1743) Ломоносов замечает: «...хотя имеется великое множество химических опытов, в достоверности коих мы не сомневаемся, однако мы по справедливости сетуем, что из них можно сделать лишь малое число таких выводов, в которых нашел бы успокоение ум, изощренный геометрическими доказательствами» [4].

С течением времени взгляды Ломоносова на применение математического метода в химии несколько изменились. Точнее говоря, Ломоносов пришел к более общей мысли, а именно — к приложению законов и методов физики для объяснения химических явлений. В XVIII в. физика уже широко пользовалась математическим методом исследования и в своем развитии опиралась на законы механики, установленные начиная с XVII в. Поэтому применение к химии методов и дости-

[1] ПСС, т. I, 1950, стр. 125.
[2] Там же, стр. 131.
[3] Там же, стр. 149.
[4] Там же, стр. 339.

жений физики, естественно, сулило бо́льшие возможности по сравнению с применением одного только математического метода.

Впервые Ломоносов упоминает о важности применения методов и достижений физики к химическим исследованиям в диссертации «О рождении и природе селитры» (1749). Здесь Ломоносов высказывает следующие мысли: «Мы не сомневаемся, что можно легче распознать скрытую природу тел, если мы соединим физические истины с химическими. А когда все химические истины будут объединены более строгим методом и будет ясно, насколько одна истина может быть объяснена или выведена из другой, то химия сама по себе будет наукой; и можно будет наконец более ясно видеть, что дают разные отделы других естественных наук для ее выяснения и насколько она сама оказывает ту же услугу им. После этого такое хорошо разработанное учение сделается почетным членом сообщества физических наук» [1].

Все эти мысли и высказывания Ломоносова о предмете и задачах химии нашли достаточно яркое выражение в знаменитом и широко известном «Слове о пользе химии» [2]. Здесь Ломоносов во всю силу своего литературного таланта говорит о взаимосвязи и взаимном оплодотворении химии, физики и математики. Здесь же подробно и образно излагаются общие и частные задачи теоретической и практической химии.

Стремление Ломоносова превратить (а не просто переименовать) химию из искусства в науку нашло особенно яркое выражение в позднейших трудах, посвященных курсу физической химии (1752). Название «Физическая химия» выбрано Ломоносовым из желания подчеркнуть теснейшую связь, идейную и методическую, которая, по его мнению, существует между физикой и химией. Вместе с тем Ломоносов задался целью изложить в курсе физической химии вопросы, решение которых позволило бы по существу рассматривать химию как науку, основанную на прочной теоретической базе. В наброске плана курса физической химии, в особом разделе «Введение», Ломоносов следующими словами характеризует цели химии: «Изучение химии имеет

[1] ПСС, т. II, 1951, стр. 223.
[2] Там же, стр. 349.

двоякую цель: одна — усовершенствование естественных наук, другая — умножение жизненных благ. Последняя цель, к которой с большими денежными затратами и с огромным трудом стремились во все времена, особенно же в настоящем и предыдущем веках, достигла хороших успехов; первая же, намеченная только несколькими любознательными людьми, почти что не обогатила философского познания природы»[1].

В другой работе «Введение в истинную физическую химию» Ломоносов дает в окончательной[2] форме определение предмета физической химии: «Физическая химия есть наука, объясняющая на основании положений и опытов физики то, что происходит в смешанных телах при химических операциях. Она может быть названа также химической философией, но в совершенно другом смысле, чем та мистическая философия, где не только скрыты объяснения, но и самые операции производятся тайным образом»[3].

Таким образом, Ломоносов этим определением вновь подтверждает свой отказ от общепринятого в его время определения химии как искусства только разделения и соединения веществ. Его интересует в широком плане то, что происходит в смешанных телах при химических операциях, а не только то, что получается в результате этих операций. Ломоносов разъясняет, почему именно он решил назвать свой курс химии физической химией и что он под этим понимает: «Мы захотели,— пишет Ломоносов,— назвать этот труд физической химией потому, что решили, прилагая к тому все старание, включить в него только то, что содействует научному объяснению смешения тел. Поэтому мы считаем необходимым, все относящееся к наукам экономическим, фармации, металлургии, стекольному делу и т. д. отсюда исключить и отнести в особый курс технической химии...»[4].

В одном из дальнейших параграфов «Введения в истинную физическую химию» Ломоносов обсуждает вопрос о химии как науке и указы-

[1] ПСС, т. II, 1951, стр. 459.
[2] Там же, стр. 461.
[3] Там же, стр. 483.
[4] Там же.

вает на доводы в пользу переименования химии из искусства в науку: «Мы называем химию наукою,— пишет он,— в подражание писателям натуральной философии, которые хотя дают объяснение лишь важнейшим явлениям природы так, что остается очень много сомнительного и еще более неизвестного, тем не менее по праву украшают физику наименованием науки, имея основание для этого не в своих познаниях, но в задачах физики. Итак, никто не будет отрицать, что как бы мало мы ни преуспели в объяснении химических явлений физическим путем, мы можем в настоящем опыте пользоваться равными правами с физиками» [1].

Насколько далеко вперед ушел Ломоносов, поставив перед химией новые задачи, можно видеть из сравнения его определения предмета химии с определениями, которые приводятся в основных учебниках XIX в. Как известно, Лавуазье избегал общего определения предмета и задач химии, высказав четко лишь идею «разделения».

Берцелиус определял химию следующим образом: «Химия есть наука, которая учит нас определять состав тел и узнавать отношение их друг к другу» [2]. Гесс в своих «Основаниях чистой химии» не дал определения предмета химии. Лишь в позднейших изданиях «Основ химии» Д. И. Менделеева мы находим определение предмета химии, сходное с определениями Ломоносова: «Ближайший предмет химии,— пишет Менделеев,— составляет изучение однородных веществ, из сложения которых составлены все тела мира, превращений их друг в друга и явлений, сопровождающих такие превращения» [3]. Ломоносовское определение химии характеризует его как передового ученого, новатора науки, отчетливо ощущавшего будущее развитие химии. На основе своих определений химии, служивших ему как бы программой исследований, Ломоносов сделал ряд выдающихся открытий. Имя Ломоносова должно стоять в ряду корифеев науки — основоположников современной химии.

---

[1] ПСС, т. II, 1951, стр. 485.

[2] J. J. Berzelius. Lehrbuch der Chemie. 3 Aufl., Bd. I, 1833, S. 3.

[3] Д. И. Менделеев. «Основы химии». Изд. 6, СПб., 1895, стр. 2.

КОРПУСКУЛЯРНАЯ ТЕОРИЯ

Исходя из представлений о корпускулярном (атомно-молекулярном) строении веществ, Ломоносов пришел к ряду важных теоретических выводов и обобщений, высказал различные гипотезы и сделал попытку создания цельного систематического курса химии (физическая химия). Изложение основ корпускулярной теории в набросках, заметках и статьях Ломоносова предшествует появлению его основных химических и физических диссертаций.

Отдельные положения корпускулярной теории изложены Ломоносовым еще в студенческой работе «Физическая диссертация о различии смешанных тел, состоящем в сцеплении корпускул...» [1] (1739), написанной «для упражнения». В «Элементах математической химии» имеется уже систематическое изложение корпускулярной теории. В дальнейшем Ломоносов постоянно возвращался к этой теории при обсуждении отдельных химических и физических проблем, прибегая иногда и к экспериментальному обоснованию полученных выводов. В особенности серьезно он занимался корпускулярной теорией и ее приложениями, будучи адъюнктом физического класса Академии наук в 1743—1744 гг. К этому времени относятся его диссертации: «Опыт теории о нечувствительных частицах тел и вообще о причинах частных качеств», «О сцеплении и расположении физических монад», «О составляющих природные тела нечувствительных частицах», «Размышления о причине теплоты и холода» и др.

В своих ранних работах Ломоносов излагал основы корпускулярной теории, исходя из цели — познания изменений, происходящих в смешанных телах [2]. Под «смешанным телом» (corpus mixtum), Ломоносов, как и его современники, подразумевал всякое физически однородное тело, составные части которого невозможно обнаружить непосредственно органами чувств. К «смешанным телам», таким образом, относились не только химические соединения, но растворы и другие

---

[1] ПСС, т. I, 1950, стр. 23—63.

[2] Там же, стр. 67.

физические смеси, например, газов, твердые растворы и пр. Понятие смешанного тела отличалось от понятия «составное тело», или лучше «состав», смесь (compositum). Согласно Ломоносову, «составное тело есть такое, которое состоит из смешанных тел, слившихся друг с другом» [1].

В диссертации «Опыт теории о нечувствительных частицах тел и вообще о причинах частных качеств» Ломоносов приводит следующее определение: «Смешанные тела состоят из определенного числа составляющих, на которые они разлагаются... Всякому занимающемуся химией очевидна правильность этого утверждения, ибо ни одно смешанное тело не разлагается при анализе на бесконечно различные составляющие, но при разложении каждого тела доходят до того предела, когда анализ дальше уже не удается» [2]. Этот предел разложения и представляет собой «корпускулу» — «нечувствительную физическую частицу», не обнаруживаемую непосредственно с помощью органов чувств. Корпускулы (уменьшительное от латинского corpus — тело) в свою очередь могут разделяться на еще меньшие нечувствительные частицы, которые Ломоносов называл «элементами» [3], или «физическими монадами» [4] (очевидно, в последнем случае пользуясь терминологией X. Вольфа).

«Элемент,— писал Ломоносов, — есть часть тела, не состоящая из каких-либо других меньших и отличающихся от него тел» [5]. Ломоносову, конечно, было хорошо известно название «атом» [6], но он употребляет здесь принятое в литературе его времени название «элемент» — термин, получивший новое содержание и значение после появления работы Бойля «Химик-скептик» [7]. Вместе с тем этим назва-

---

[1] ПСС, т. I, 1950, стр. 81.

[2] Там же, стр. 219.

[3] Там же, стр. 79.

[4] Там же, стр. 221.

[5] Там же, стр. 79.

[6] Там же, стр. 21.

[7] Robert Boyle. Der Sceptische Chemiker. Ostwald's Klassiker exact. Naturwissenschaften, № 229

нием он подчеркивает смысл, придававшийся термину «элемент» еще в начале средних веков. Как известно, наиболее вероятное происхождение слова «элемент» может быть понятно из средневекового правила: «Как слова составлены из букв: L, M, N... T, так и тела из ЭЛЬ ЭМ ЭН Т' ов». У Ломоносова имеется нечто подобное этому правилу: «Если бы я захотел читать, еще не зная букв, это было бы бессмыслицей. Точно так же, если бы я захотел судить о явлениях природы, не имея никакого представления о началах вещей, это было бы также бессмыслицей» [1].

Более подробно Ломоносов определяет понятие «корпускула». «Корпускула есть собрание элементов, образующее одну малую массу» [2]. «Корпускулы однородны, если состоят из одинакового числа одних и тех же элементов, соединенных одинаковым образом. Что такого рода корпускулы существуют, свидетельствует однородность массы тел, у которых каждая часть подобна целому...» [3]. И далее: «Корпускулы разнородны, когда элементы их различны и соединены различным образом или в различном числе; от этого зависит бесконечное разнообразие тел» [4]. Ломоносов определяет затем понятия «первичная корпускула» и «производная корпускула». К первым он относит корпускулы, «состоящие непосредственно из элементов».

Ломоносов нередко пользуется в своих трудах термином «начало» (principium). Он определяет его таким образом: «Начало есть тело, состоящее из однородных корпускул» [5]. В других местах Ломоносов употребляет термин «начало» иногда как синоним термина «элемент». Так, он пишет: «Надобно считать началами только то, что на основании рассуждения и опыта оказывается неделимым далее на известные нам части» [6]. В «Элементах математической химии», где разграничиваются понятия «элемент», «корпускула» и др., Ломоносов следующим образом определяет понятие «смешанное тело»: «Смешанное тело есть

---

[1] ПСС, т. I, 1950, стр. 145.
[2] Там же, стр. 79.
[3] Там же, стр. 79—81.
[4] Там же, стр. 81.
[5] Там же.
[6] Там же, стр. 143.

то, которое состоит из двух или нескольких различных начал, соединенных между собою так, что каждая отдельная его корпускула имеет такое же отношение к частям начал, из которых она состоит, как и все смешанное тело к целым отдельным началам» [1]. Очевидно, что «начало» у Ломоносова означает и «простое тело» и «атом» (элемент).

Тот, кто пытался бы искать в трудах Ломоносова вполне отчетливое изложение атомно-молекулярного учения с точки зрения современного нам содержания этого учения, конечно, должен разочароваться. Однако некоторая непоследовательность и неточность в определениях, с точки зрения современной нам науки, отнюдь не лишает систему «корпускулярной философии» (как ее называл сам Ломоносов) важного историко-научного значения. Действительно, теория Ломоносова включает все основные элементы атомно-молекулярной теории XIX в. и выгодно отличается в отдельных чертах от позднейших теорий, в том числе и от атомного учения Дальтона [2], как известно, оказавшегося непоследовательным в отдельных определениях и допущениях, в результате чего развитие атомно-молекулярного учения в XIX в. затормозилось.

Ломоносов в 40-х годах XVIII в. не решался выступить в печати со своей системой «корпускулярной философии» в таком виде, в каком она изложена в «Элементах математической химии» и в других ранних работах. В своем письме к Эйлеру от 5 июля 1748 г. он писал: «Хотя... всю систему корпускулярной философии мог бы я опубликовать, однако боюсь, как бы не показалось, что я даю ученому миру незрелый плод скороспелого ума, если я выскажу много нового, что по большей части противоположно взглядам, принятым великими мужами» [3]. В более позднем письме к Эйлеру (от 12/23 декабря 1754 г.) Ломоносов вновь говорит о несоответствии своих взглядов с мнениями «великих мужей». Однако он высказывает здесь более определенно, почему имен-

---

[1] ПСС, т. I, 1950, стр. 81.

[2] J. Dalton und W. H. Wollaston. «Die Grundlagen der Atomtheorie». Ostwald's Klassiker exakt. Natarwiss., № 3.

[3] ПСС, т. II, 1951, стр. 173.

но он должен считаться с такими мнениями: «Признаюсь,— пишет Ломоносов,—что оставил я все это и для того, чтобы, нападая на писания великих мужей, не показаться скорее хвастуном, чем искателем истины. Та же причина давно уже препятствует мне предложить на обсуждение ученому свету мои мысли о монадах. Хотя я твердо уверен, что это мистическое учение должно быть до основания уничтожено моими доказательствами, однако я боюсь омрачить старость мужу, благодеяния которого по отношению ко мне я не могу забыть; иначе я не побоялся бы раздразнить по всей Германии шершней-монадистов» [1].

Таким образом, Ломоносов, считаясь с мнением высокоуважаемого им своего учителя Вольфа (вероятно, Ломоносов еще не получил в это время известия о смерти Вольфа в 1754 г.), «оставил все это,— как он пишет,— без дальнейшей разработки» и не решился опубликовать свою систему «корпускулярной философии». В более поздних печатных трудах Ломоносов упоминает лишь о «нечувствительных частицах тел», иногда не уточняя, о каких именно частицах идет речь, или же излагает корпускулярные представления с значительно меньшими подробностями, чем в своих ранних работах, но зато более строго. Так, в «Размышлениях о причине теплоты и холода» он говорит о «внутреннем движении материи», определяя его, как «перемену места нечувствительных частиц» [2], и далее развивает это положение, не упоминая ни о корпускулах, ни об элементах и началах тел.

В диссертации «Опыт теории упругости воздуха», написанной в 1748 г. и опубликованной в «Новых комментариях Академии наук» в 1750 г., Ломоносов при изложении корпускулярных представлений применяет необычную для своих работ номенклатуру. Он говорит об атомах и молекулах тел. Он пишет: «Частицы воздуха... должны быть крайне прочными и не подверженными каким-либо изменениям; поэтому их по справедливости следует называть *атомами»* (курсив Ломоносова) [3]. Эти, по мнению Ломоносова, «телесные» атомы, имеющие

---

[1] ПСС, т. X, 1957, стр. 501—503.
[2] ПСС, т. II, 1951, стр. 11, 15.
[3] Там же, стр. 113.

«протяжение», обладают фигурой, близкой к шарообразной [1]. Несколько раньше Ломоносов писал: «Частицы, или молекулы воды, состоящие из совокупности ее атомов...» [2]. Как и его современники, Ломоносов считал воду простым телом, состоящим из атомов воды.

Наконец, упомянем о разделе, посвященном строению материи, содержащемся во «Введении в истинную физическую химию», написанном Ломоносовым в 1752 г. в качестве пособия для студентов. Здесь приводятся короткие и достаточно строгие определения понятий смешанного тела и его составляющих: «Смешанное тело — это такое, которое состоит из двух или нескольких разнородных (heterogenesis) тел, соединенных друг с другом так, что любая чувствительная часть этого тела совершенно подобна любой другой его части в отношении частных качеств... Тела, составляющие смешанное тело... называются составляющими» [3]. В следующем параграфе говорится: «Составляющие нередко сами являются смешанными телами, состоящими из других неоднородных тел... Таким путем нельзя, однако, итти до бесконечности, но должны в конце концов существовать составляющие, в которых нельзя отделить друг от друга никакими химическими операциями или различить рассуждением неоднородные тела; поэтому такого рода составляющие мы обозначаем как последние, или — на языке химиков — как начала» [4]. Наконец, Ломоносов уточняет: «Представляется уместным называть частицы последней составляющей частицами начала» [5]. Здесь совершенно отчетливо «начало» означает простое тело, частицы «начала» — это атомы. Этими определениями и исчерпывается раздел, посвященный во «Введении в физическую химию» строению материи (с точки зрения рассмотрения элементарных частиц).

Таковы в основном атомно-молекулярные представления Ломоносова, изложенные в его трудах. Несмотря на некоторые неточности и неясности отдельных определений, эти представления составляют

[1] ПСС, т. II, 1951, стр. 113—115.
[2] Там же, стр. 111—113.
[3] Там же, стр. 487.
[4] Там же.
[5] Там же, стр. 489.

цельную систему, стройную и хорошо продуманную. Именно поэтому Ломоносову удалось применять свою «корпускулярную философию» для различных теоретических построений и для объяснения разнообразных явлений без привлечения каких-либо «сил» и без натяжек, которые свойственны теоретическим физико-химическим работам его современников. Ломоносов прекрасно понимал научное значение «корпускулярной философии» и широко использовал отдельные ее положения в своих трудах. Однако он не решился опубликовать ее целиком из соображений, о которых говорилось выше.

В чем же состояло такое непримиримое разноречие мыслей и идей Ломоносова с мнениями «великих мужей» и в первую очередь его учителя Вольфа? Чтобы ответить на этот вопрос, необходимо хотя бы кратко остановиться на характеристике представлений о строении материи, распространенных среди европейских ученых в первой половине XVIII в.

После длительного запрета римско-католической церковью античной натурфилософии и прежде всего атомистики в течение всего средневековья, она вновь возродилась лишь в XVI в. и особенно в XVII в. и нашла свое отражение в трудах выдающихся философов и естествоиспытателей.

Французский философ Гассенди (1592—1655) выступил в середине XVII в. с изложением атомистической гипотезы, взяв за основу античную атомистику и прежде всего представления Эпикура и Лукреция. Гассенди считал, что первоначально бог сотворил определенное число атомов, из которых и состоят все существующие тела. По Гассенди, не только материальные тела, но и «невесомые флюиды», в частности свет и теплота, также состоят из атомов. Атомы обладают определенной «фигурой», они абсолютно тверды и непроницаемы и характеризуются тяжестью и размерами. Между атомами в телах существует пустота, которая имеется в виде пор во всех твердых и жидких телах. Атомы Гассенди непрерывно движутся в пустоте и сталкиваются друг с другом. Все тела состоят не непосредственно из атомов, а из их «сростков», которые Гассенди назвал «молекулами» (moies) [1].

---

[1] Ф. Розенбергер. «История физики», ч. II, 1933, стр. 135—136.

Современник Гассенди Декарт (1596—1650) также полагал, что материя состоит из мельчайших частиц, недоступных чувственному восприятияю. Размерам, фигуре и движению этих частиц Декарт и приписывал основную роль при объяснении разнообразных физических и химических явлений. В отличие от Гассенди, Декарт принимал, что материя может делиться до бесконечности, наполняя все мировое пространство. Он был противником существования пустоты и утверждал, что сами по себе частицы, составляющие тела, не обладают тяжестью. Отметим также, что Декарт представлял атомы как вихревые образования (вращательное движение) в пространстве, заполненном первичной материей (materia prima), т. е. эфиром. Частицы материи под воздействием различных факторов могут, согласно Декарту, менять свою форму (фигуру). Острые частицы образуют соль, мягкие — серу и тяжелые, круглые — ртуть — три основных элемента алхимиков [1].

Атомистика Гассенди в общем была принята благожелательно многими естествоиспытателями XVII в. Среди них назовем прежде всего Бойля (1627—1691), сочинения которого внимательно изучал Ломоносов. В отличие от Гассенди, Бойль называл молекулы и атомы корпускулами. Особое значение Бойль придавал порам, будто бы имеющимся в твердых и жидких телах (пустоты). Эти поры, по его мнению, заполнены очень мелкими корпускулами, которым и принадлежит определяющая роль в различных химических и физических явлениях.

Все эти представления нашли известное отражение в «корпускулярной философии» Ломоносова. Однако Ломоносов не принял в целом ни одной из перечисленных теорий и создал свою собственную, значительно более цельную и совершенную систему взглядов, лишенную к тому же каких бы то ни было мистических элементов.

В начале XVIII в. многие ученые еще не отказались от традиционного метафизического подхода к объяснению различных явлений и процессов. Этому способствовали недостаток фактических данных и полное отсутствие методов экспериментального исследования струк-

---

[1] Ф. Даннеман. «История естествознания», т. II, М.— Л., 1935, стр. 147—149. Ф. Розенбергер. Там же, стр. 122—128.

туры материи. Поэтому наряду с теориями Гассенди, Декарта, Бойля и др. среди ученых первой половины XVIII в. получили распространение и другие представления о строении материи, далекие от материализма и натурфилософии. Укажем, в частности, на «монадологию» знаменитого математика Лейбница (1646—1716).

Лейбниц считал, что сущность материи не может быть характеризована декартовскими протяженностью, фигурой и непроницаемостью, и утверждал, что это лишь пассивные свойства. В качестве основного атрибута материи Лейбниц принимал силу (дух). Исходя из этого, он развил учение о «монадах» (от μόνος — один, единичный). Материя, по Лейбницу,— форма существования нематериальных («духовных») монад, носителей силы, и поэтому обладавших способностью к самодвижению. Таким образом, в построениях Лейбница основное место занимали метафизические спекуляции, а не естественнонаучные данные.

Преемником и последователем философских взглядов Лейбница был учитель Ломоносова Вольф (1679—1754). В своей монадологии Вольф несколько развил отдельные положения Лейбница, однако в основе его построений остается пресловутая «монада», наделенная «силой» явно мистического характера, т. е. та же «духовная монада».

Упомянем, наконец, о взглядах Ньютона (1643—1727), который стремился все явления природы объяснить с точки зрения принципов механики и математики. Хотя Ньютон и декларировал в качестве основного принципа своей научной деятельности положение: «Я не признаю гипотез», фактически он широко пользовался ими в своих трудах. Ньютон признавал, что материя состоит из мельчайших частиц и приписывал этим частицам способность к самодвижению. Причины этого движения (силы инерции) он сводил к тяготению. В «Оптике» Ньютон писал: «Мне кажется, ... что частицы имеют не только vis inertiae (силу инерции), сопровождаемую теми пассивными законами движения, которые естественно получаются от этой силы, но также, что они движутся некоторыми активными началами, каково начало тяготения и начало, вызывающее брожение и сцепление тел. Я не рассматриваю эти начала как таинственные качества, предположительно вытекающие из особых форм вещей, но как общие законы природы, посредством которых обра-

зовались самые вещи; истина их ясна нам из явлений, хотя причины до сих пор не открыты» [1].

Таким образом, в эпоху Ломоносова проблема атомно-молекулярного строения вещества находилась еще в самом начале своего научного развития. Вернее, эта проблема только что возникла перед наукой. Передовые ученые, приняв за основу своего миропонимания античную атомистику, были лишены какой бы то ни было возможности экспериментально подтвердить и развить античные теории. К тому же над умами многих из них еще тяготели метафизические учения, оставшиеся в наследство от средневековья. Между тем разноречивые мнения о природе частиц, составляющих тела, их размерах, форме и способности к движению явно задерживали развитие химии и физики. В Германии в течение всей первой половины XVIII в. господствовали учения динамистов-монадистов, которые не могли оплодотворить экспериментальную науку. С другой стороны, учения Гассенди, Бойля и др. не были свободны от элементов метафизического миропонимания. Недаром Бойль, основоположник нового учения об элементах, одновременно оставался одним из виднейших представителей концепции существования невесомых флюидов — таких, как «огненная материя» и пр.

В этих условиях Ломоносов и создавал свою «корпускулярную философию». Он был с самого начала противником монадистов и динамистов. Еще в своей студенческой диссертации «О различии смешанных тел» [2], написанной под впечатлением только что прослушанных им лекций Вольфа, Ломоносов уже достаточно четко сформулировал отдельные положения корпускулярной теории, полностью игнорируя монадологию своего учителя, хотя и ссылаясь многократно на отдельные места его сочинений — там, где они подтверждали его мысли и обобщения.

В дальнейшем Ломоносов, развив основы материалистической корпускулярной философии, избрал единственно правильный для своего времени путь ее обоснования. Не имея возможности экспериментально подтвердить основные положения теории из-за «нечувствительности»

---

[1] И. Ньютон. «Оптика». Пер. С. И. Вавилова, 1927, стр. 311.

[2] ПСС, т. I, 1950, стр. 23—63

частиц, составляющих тела, Ломоносов привлек для обоснования своей теории различные явления, которые могли бы быть объяснены с помощью корпускулярных представлений. Таким путем он развил теорию тепла, кинетическую теорию материи, рассмотрел явления растворения, приложил свою теорию к известным положениям о сохранении движения и материи и т. д.

Сопоставив таким образом явления, которые до него никем не связывались друг с другом, Ломоносов не только пришел к их объяснению, но и дал научное обоснование атомистики. Несмотря на свойственный его веку механистический характер отдельных положений, Ломоносов впервые поставил физическую атомистику, служившую до него в качестве гипотезы, на уровень научной теории.

Корпускулярная теория, разработанная и систематически изложенная Ломоносовым, явилась лучшим выражением атомно-молекулярного учения во всей научной литературе XVIII в. Основные положения корпускулярной теории, выведенные и частью подтвержденные вескими доказательствами в работах Ломоносова, оказались весьма близкими к положениям современного нам атомно-молекулярного учения и вошли в золотой фонд науки.

МОЛЕКУЛЯРНО-КИНЕТИЧЕСКАЯ (МЕХАНИЧЕСКАЯ) ТЕОРИЯ ТЕПЛОТЫ

Молекулярно-кинетическая теория теплоты — одна из главных проблем, разрабатывавшихся Ломоносовым в 40-х годах XVIII в. По своей сущности эта теория непосредственно связана с атомно-молекулярным учением. Разрабатывая в самом начале своей научной деятельности корпускулярную теорию строения вещества, Ломоносов логически пришел к своим представлениям о природе теплоты как важнейшему следствию этой теории. Естественно, он должен был обратиться при этом также к кинетической теории материи.

Идея теплового движения частиц материи неоднократно высказывалась до Ломоносова в общей форме. Еще в XVII в. Бэкон и Декарт высказывали мысль о том, что теплота представляет собой не что иное, как движение частиц материи. Бойль в некоторых своих трудах также

придерживался этой идеи [1]. Эта же концепция высказывалась в середине XVII в. Гуком [2]. В России представителями молекулярно-кинетической теории были Я. Герман и Д. Бернулли. Последнему принадлежит важное математическое исследование, посвященное молекулярно-кинетической теории [3].

Однако Ломоносов не имел в своем распоряжении в сколько-нибудь отчетливой форме системы представлений, связанных с кинетической теорией теплоты. Более того, в его время идея теплового движения материи не пользовалась признанием в ученом мире и фактически была полностью забыта. Господствовавшие в середине XVIII в. представления о природе теплоты в сущности целиком исключали кинетические представления о теплоте. Наиболее авторитетные ученые XVII и начала XVIII вв. объясняли нагревание и охлаждение тел действием особой «тепловой материи». Еще в конце XVI в. Гильберт полагал, что теплота представляет собою проявление действия особой жидкости — тонкого материального эфира. Гассенди принимал существование особых материй тепла и холода. По его мнению, атомы холода имеют форму тетраэдров. Проникая в жидкие тела, такие атомы соединяют между собою атомы жидкости и превращают жидкость в твердое тело. Атомы холода благодаря своим острым углам действуют на кожу человека и вызывают ощущение мороза. Подобные представления уцелели среди физиков и химиков вплоть до начала XVIII в. Между тем в конце XVII в. многие физики широко интересовались действиями тепла — изучалось естественное и искусственное замерзание и кипение жидкостей и пр. В этот период довольно успешно развивалась термометрия.

С началом эпохи теории флогистона причиной теплоты стали считать особый «невесомый флюид», получивший название «теплорода». Теория теплорода прочно укоренилась в умах ученых на длительный

---

[1] Я. Г. Дорфман. «Роль Ломоносова в развитии молекулярно-кинетической теории теплоты». Сб. Ломоносов, т. III, 1951, стр. 33.

[2] Ф. Розенбергер. «История физики», ч. II. М.— Л., 1933, стр 104.

[3] Я. Г. Дорфман. «Роль Ломоносова в развитии молекулярно-кинетической теории теплоты». Сб. Ломоносов, т. III, 1951, стр. 34.

период и была оставлена лишь во второй половине XIX в. Одним из последователей теории теплорода был Христиан Вольф. Согласно его учению [1], теплота представляет собою особое вещество, способное переходить из одного тела в другое. Это тепловое вещество собирается в порах веществ между частицами материи, в одних — больше, в других — меньше, в зависимости от свойств вещества. Если тело обладает очень грубыми порами, оно не может нагреться выше температуры окружающего воздуха, заполняющего поры. «Свободное» тепловое вещество не теплое, но оно вызывает чувство теплоты, если находится в движении. Вольф объяснял с этих точек зрения явления охлаждения и выделения теплоты при растворении. Другие ученые наделяли теплород различными свойствами, в зависимости от объясняемых явлений.

В 30-х и 40-х годах XVIII в. теория теплорода была общепринятой и в принципе никем не оспаривалась. Ломоносов фактически был первым ученым, который категорически отверг существование теплорода и развил новое, оригинальное учение о теплоте.

В первых диссертациях вопрос о природе теплоты не затрагивается. Главное содержание этих работ составляет корпускулярная теория строения вещества. Но начиная с 1743 г. идея теплового движения частиц вещества все чаще и чаще встречается в сочинениях и заметках Ломоносова. Весьма вероятно, что эта идея появилась в результате размышления Ломоносова о возможности существования нематериальных субстанций флогистона, света, электричества и др. Впервые Ломоносов отчетливо говорит о теплоте как о молекулярном движении частиц материи в «276 заметках по физике», написанных в 1742—1743 гг.

Эти «Заметки» писались, очевидно, не одновременно. В первых заметках Ломоносов еще не стоит на позициях кинетической теории тепла, он сторонник существования «тепловой жидкости». Так, в заметке 31 говорится: «Так как теплота последовательно проникает в тела, то корпускулы ее, стало быть, имеют между собою промежутки» [2]. В заметке 94 Ломоносов пишет: «Тела, удельно более тяжелые, нагревают-

[1] ПСС, т. I, 1950, стр. 465 и далее. См. также Ф. Розенбергер, «История физики», ч. II, М.—Л., 1933, стр. 267—268.

[2] ПСС, т. I, 1950, стр. 111.

ся сильнее, *следовательно тела, удельно более тяжелые, принимают в себя больше теплотворной материи, чем удельно более легкие.* Далее, тела, удельно более легкие, имеют более вместительные поры, следовательно, *принимают в себя больше теплотворной материи, чем удельно более тяжелые,* что нелепо»[1]. В следующей 95-й заметке говорится: «В трактате о материи, или о более общих качествах материи, надо рассуждать о теплоте и о холоде как об общем качестве, не упоминая об эфире, а говоря только о теплотворной материи»[2].

Но, по-видимому, вскоре у Ломоносова возникают сомнения в существовании теплотворной материи. В заметке 120 он высказывает это сомнение и приходит к правильному заключению: «Если бы теплотворная материя,— пишет он,— приставала к известям, то сами извести, вынутые из огня, оставались бы горячими. Следовательно, или эта материя к ним не пристает, или пристающая материя — не теплотворная»[3]. Затем, как бы после раздумья по поводу высказанного, Ломоносов замечает: «Не следует выдумывать много разных причин там, где достаточно одной; таким образом, раз центрального движения корпускул достаточно для объяснения теплоты, так как оно может увеличиваться до бесконечности, то не следует придумывать другие причины[4].

Эта впервые высказанная Ломоносовым мысль о природе теплоты затем многократно повторяется в связи с новыми и новыми доводами в ее пользу. В заметке 210 Ломоносов пишет: «Непрерывное образование и разрушение тел достаточно говорит о движении корпускул»[5]. И далее, в заметке 212 он пишет: «Животное тело непрерывно испускает теплоту, но никогда не принимает ее в себя; следовательно, теплота не зависит от сосредоточения посторонней материи, а есть некое состояние тела»[6]. Наконец, в заметке 223 мы читаем: «Что теплота состоит в движении корпускул собственной материи, очевидно из того, что корпу-

---

[1] ПСС, т. I, 1950, стр. 121.
[2] Там же, стр. 121—123
[3] Там же, стр. 127.
[4] Там же.
[5] Там же, стр. 147.
[6] Там же.

скулы от большой степени теплоты отделяются друг от друга и даже рассеиваются»[1]. Размышления Ломоносова о природе теплоты привели его к намерению написать специальный трактат «О теплоте и холоде», как это видно из планов работ, которыми заканчиваются «276 заметок по физике»[2].

В своей следующей диссертации «Опыт теории о нечувствительных частицах тел и вообще о причинах частных качеств», которая писалась, по-видимому, одновременно с «276 заметками», Ломоносов посвящает теории теплоты специальную 5-ю главу «О движении физических монад и о теплоте и холоде». Здесь уже излагаются основные положения кинетической теории тепла, хотя выводов из приведенных положений еще не делается. Ломоносов часто повторяет в этой главе основное положение: «Теплота тел состоит во внутреннем их движении»[3]. Развивая это положение, Ломоносов приводит несколько выводов, подтверждающих основную его идею о внутреннем движении корпускул тел. Так, он пишет: «Внутреннее движение как величина может увеличиваться и уменьшаться, почему разные степени теплоты определяются скоростью движения собственной материи... А так как никакому движению нельзя приписать высшую степень скорости, то нет и высшей степени теплоты... Величайший холод в теле — абсолютный покой материи; если есть хоть где-либо малейшее движение, то имеется и теплота... Для произведения любой степени теплоты достаточна та или иная скорость движения материи. Теплота тел состоит во вращательном движении монад собственной материи»[4]. Таким образом, мы имеем здесь все основные положения кинетической теории теплоты. Однако Ломоносов, очевидно, не был удовлетворен изложенными положениями, которые требовали разъяснений и доказательств. 5-я глава диссертации «О нечувствительных частицах тел» осталась к тому же незаконченной.

Подробное изложение теории теплового движения частиц материи и полная цепь доказательств в ее пользу, а также и важнейшие выводы,

[1] ПСС, т. I, 1950, стр. 151.

[2] Там же, стр. 167.

[3] Там же, стр. 225, 229, 231, 233.

[4] Там же, стр. 231—233.

сделанные на основе теории, приведены Ломоносовым в специальной диссертации «Размышления о причине теплоты и холода». Эта диссертация представляет собою классическое исследование большого историко-научного значения. Она была написана Ломоносовым в 1744 г. и представлена 7 декабря того же года на рассмотрение Академического собрания. Как и следовало ожидать, члены Академического собрания встретили новые положения и идеи Ломоносова холодно. В протоколах Академического собрания по поводу диссертации Ломоносова сохранилась следующая запись от 25 января 1745 г.: «...похвально прилежание и желание г. адъюнкта заняться теорией теплоты и холода, но им («некоторым академикам».— *Н. Ф.*) кажется, что он слишком рано взялся за дело, которое, по-видимому, пока еще превышает его силы: прежде всего доказательства, с помощью которых он пытается частью установить, частью опровергнуть различные внутренние движения тел, отнюдь недостаточны, с чем согласится и сам г. адъюнкт, если пожелает развернуть свои доказательства и привести их в силлогистическую форму» [1]. Далее следует упрек в адрес Ломоносова по поводу его критики взглядов Бойля.

Ломоносов, несомненно, отдавал себе отчет в том, что его диссертация не могла быть оценена положительно Академическим собранием. Слишком новыми и непривычными в то время были новые идеи его теории теплоты. К счастью, мнение академиков в данном случае не оказало серьезного влияния на избрание Ломоносова в число профессоров. Однако противники Ломоносова решили использовать, в сущности, отрицательное мнение Академического собрания по поводу этой диссертации. Вместе с другими работами ее послали 7 июля 1747 г. на отзыв Эйлеру [2] с явной надеждой, что он даст отрицательное заключение о диссертации. Однако, как известно, Эйлер, вопреки ожиданию Шумахера, весьма высоко оценил идеи и исследования Ломоносова.

Похвальный отзыв Эйлера о диссертации не только окрылил самого Ломоносова, но, по-видимому, облегчил и продвижение рукописи в пе-

---

[1] Протоколы заседаний Конференции Академии наук с 1725 по 1803 год, т. II, стр. 48—49.

[2] Архив АН СССР, ф. 3, оп. 1, № 456, лл. 39—39 об.

чать. После одобрения рукописи для печати Ломоносов еще раз просмотрел ее и переработал (21 июля 1749 г.). Переработка касалась главным образом порядка изложения и уточнения некоторых формулировок. В 1750 г. рукопись диссертации была напечатана на латинском языке [1].

Диссертация Ломоносова «Размышления о причине теплоты и холода» состоит из 35 параграфов. После небольшого введения Ломоносов уже в § 3 высказывает основное положение: «Теплота состоит во внутреннем движении материи» [2]. В нескольких следующих параграфах это положение развивается и доказывается. Затем Ломоносов обсуждает возможные формы внутреннего движения материи и в § 11 приходит к выводу: *«Теплота состоит во внутреннем вращательном движении связанной материи»* [3].

Рассматривая все возможные виды молекулярного движения частиц материи — поступательное, колебательное и вращательное, Ломоносов отдал предпочтение вращательному движению частиц как причине теплоты. Он исходил при этом из чисто механистических умозаключений. Однако в таком предпочтении вращательного («коловратного») движения другим видам молекулярного движения нельзя видеть какого-то «промаха» великого ученого. Слишком мало фактических данных было в его распоряжении. К тому же свои кинетические представления Ломоносов развивал, исходя из рассмотрения явлений внутреннего движения в твердом теле. В середине XVIII в. физики считали твердое состояние простейшим агрегатным состоянием материи и, исходя из твердого состояния, объясняли свойства жидкостей и газов. Такой подход объясняется успехами механики твердого тела в XVII и XVIII вв. Только значительно позднее, после периода «пневматической химии», роль простейшего состояния материи была упрочена за газовым состоянием.

Но независимо от этого следует признать, что сама постановка во-

---

[1] Novi Commentarii Academiae Scientiarum Imp. Petropolitanae, t. I ad annum 1747 et 1748. Petropoli, 1750, S. 206.

[2] ПСС, т. II, 1951, стр. 11.

[3] Там же, стр. 21.

проса о формах движения «нечувствительных» частиц материи как причины теплоты является одним из проявлений гения Ломоносова. Как известно, в физике XIX в. и в современной нам физике вращательным движением частиц материи объясняются разнообразные явления.

Итак, на основе своей атомно-молекулярной теории Ломоносов сделал важный логический вывод о природе теплоты. Но он не ограничился этим выводом, а создал на его основе цельную теорию и сделал в свою очередь эту теорию исходным пунктом для ряда новых выводов и заключений, подтвердивших саму теорию и получивших большое самостоятельное научное значение.

В процессе подготовки и разработки новой теории теплоты Ломоносов, по существу, сформулировал основы молекулярно-кинетической теории вплоть до вывода, как указывает Б. Н. Меншуткин, что «конечная величина частиц газа при очень больших давлениях должна вызвать отступление от закона Бойля» [1]. Доказательство этого вывода дается в диссертации Ломоносова «Рассуждение об упругости воздуха» [2] и в «Прибавлениях» к этому «Рассуждению». Здесь Ломоносов объединил представления Ньютона о взаимном отталкивании частиц с мыслью Бернулли о движении этих частиц. Бернулли, как известно, математически разработал вопрос о движении частиц материи, игнорируя при этом их взаимное отталкивание. Поэтому кинетическая теория Ломоносова представляет собою шаг вперед по сравнению с теориями предшественников.

Возвращаясь к диссертации Ломоносова «Рассуждение о причине теплоты и холода», остановимся в нескольких словах на исключительно важных в научном отношении положениях и выводах, приведенных в ее второй части. В § 25 Ломоносов, основываясь на законе сохранения движения, делает важное заключение о невозможности передачи тепла от менее нагретого тела к более нагретому. «Тело *A*, действуя на тело *B*, не может придать последнему бо́льшую скорость движения, чем какую имеет само,— пишет Ломоносов.— Поэтому, если тело *B*

---

[1] Б. Н. Меншуткин. «Химия и пути ее развития». М., 1937, стр. 96.

[2] ПСС, т. II, 1951, стр. 141—143.

холодно и погружено в теплое жидкое тело *A*, то тепловое движение частиц тела *A* приведет в тепловое движение частицы тела *B*; но в частицах тела *B* не может быть возбуждено более быстрое движение, чем какое имеется в частицах тела *A*, и поэтому холодное тело *B*, погруженное в тело *A*, очевидно, не может воспринять бóльшую степень теплоты, чем какую имеет»[1]. Этот вывод представляет собою основную идею второго начала термодинамики, получившего впоследствии исключительное значение в науке.

В следующем параграфе Ломоносов говорит о возможных степенях нагревания и охлаждения и приходит, в частности, к исключительно важному в истории науки выводу о существовании абсолютного нуля температуры. Он пишет: «...нельзя назвать такую большую скорость движения, чтобы мысленно нельзя было представить себе другую, еще бóльшую. Это, по справедливости, относится, конечно, и к теплотворному движению; поэтому невозможна высшая и последняя степень теплоты как движения. Наоборот, то же самое движение может настолько уменьшиться, что тело достигает, наконец, состояния совершенного покоя, и никакое дальнейшее уменьшение движения невозможно. Следовательно, по необходимости должна существовать наибольшая и последняя степень холода, которая должна состоять в полном прекращении вращательного движения частиц»[2].

Высказав мысль о существовании абсолютного нуля температуры, Ломоносов обсуждает затем вопрос о возможности его достижения. «Итак,— пишет он,— хотя высшая степень холода возможна, однако нет недостатка в данных, говорящих о том, что таковая на земном шаре нигде не существует. Действительно, все, что нам кажется холодным, лишь менее тепло, чем наши органы чувств. Так, самая холодная вода еще тепла, так как лед, в которой вода замерзает на более сильном морозе, холоднее ее, т. е. менее тепел»[3]. Далее, приводя различные примеры холодных тел, Ломоносов приходит еще раз к заключению, что

---

[1] ПСС, т. II, 1951, стр. 37.
[2] Там же, стр. 37—39.
[3] Там же, стр. 39.

«высшей степени холода на нашем земноводном шаре не существует» [1].

Дальнейшие параграфы диссертации Ломоносов посвящает критике теории теплорода. В § 28 он указывает: «В наше время причина теплоты приписывается особой материи, которую большинство называет теплотворной, другие — эфиром, а некоторые — элементарным огнем... Это мнение в умах многих пустило такие глубокие корни и настолько укрепилось, что повсюду приходится читать в физических сочинениях о внедрении в поры тел названной выше теплотворной материи, как бы привлекаемой каким-то приворотным зельем; или, наоборот,— о бурном выходе ее из пор, как бы объятой ужасом. Поэтому мы считаем нашей обязанностью подвергнуть эту гипотезу проверке» [2]. Далее, разбирая шаг за шагом доводы в пользу теории теплотворной материи, Ломоносов опровергает их своими весьма основательными доводами. В § 31 он обсуждает известные опыты Бойля над прокаливанием металлов и его заключение о том, что увеличение веса металла при этом обусловлено присоединением огненной (теплородной) материи. Ломоносов пишет по этому поводу: «...почти что все опыты его (Бойля) над увеличением веса при действии огня сводятся к тому, что весом обладают либо части пламени, сожигающего тело, либо части воздуха, во время обжигания проходящего над прокаливаемым телом» [3].

В § 34 Ломоносов резюмирует: «На основании всего изложенного выше мы утверждаем, что нельзя приписывать теплоту тел сгущению какой-то тонкой, специально для того предназначенной материи, но что теплота состоит во внутреннем вращательном движении связанной материи нагретого тела» [4].

Оценивая диссертацию «Размышление о причине теплоты и холода», нельзя не отметить прежде всего, что в ней речь идет о крупнейшем научном обобщении, сделанном на много лет раньше своего «логического»

[1] Там же. Г. Амонтон, исходя из наблюдений за тепловым расширением газа в воздушном термометре, предложил в 1703 г. нулевую точку для термометра —239,5° по стоградусной шкале.

[2] ПСС, т. II, 1951, стр. 41.

[3] Там же, стр. 47.

[4] Там же, стр. 53.

срока. Однако механическая теория тепла, разработанная и опубликованная Ломоносовым, привлекла внимание ученых к одной из центральных проблем, решение которой было связано с быстрым прогрессом физики и химии. И как бы ни относились к этой проблеме «ортодоксальные» ученые середины XVIII в., прочно державшиеся традиционных учений, унаследованных от древности, идеи, высказанные Ломоносовым, и его доводы все чаще и чаще стали появляться в научной литературе, пока, наконец, 100 лет спустя, они не оказались общепринятыми.

Диссертация Ломоносова «Размышление о причине теплоты и холода», опубликованная в 1750 г. в т. I «Новых комментариев Петербургской Академии Наук» вместе с несколькими другими диссертациями вскоре получила отклики в печати и подверглась довольно резкой критике со стороны рецензентов и научных противников Ломоносова. Один из них, некто И. X. Арнольд, даже написал специальную диссертацию, посвященную опровержению механической теории теплоты Ломоносова [1], и защитил ее в Эрлангенском университете.

В лейпцигском журнале «Commentarii de rebus in scientia naturali et medicina gestis (vol. I, Paris, 2, Lipsiae, 1752, S. 222—227), а также в R. A. Vogel's «Medicinische Bibliothek) и в «Hamburgisches Magazin» были опубликованы анонимные рецензии на том I «Новых комментариев Петербургской Академии Наук», содержащие неблагоприятные оценки статей Ломоносова, помещенных в этом томе и в том числе диссертации «О теплоте и холоде». Эти отзывы «недобросовестных журналистов» побудили Ломоносова выступить с отповедью, озаглавленной «Рассуждение об обязанностях журналистов при изложении ими сочинений, предназначенное для поддержания свободы философии» [2]. Эта статья Ломоносова была опубликована в 1755 г. [3] Как явствует из ответа Ломоносова, его возмущали некоторые нелепые утверждения рецензентов. Так, один из них писал: «Г-н Ломоносов... *хочет дойти до чего-то боль-*

[1] А. Куник. Сб. материалов для истории имп. Академии наук в XVIII в., ч. II, СПб., 1865, стр. 502—504.

[2] ПСС, т. III, 1952, стр. 201—232.

[3] Nouvelle Bibliothéque germanique, ou l'histoire littéraire de l'Allemagne, de la Suisse et des pays du Nord. Amsterdam, 1755, t. XVI, ч. II, pp. 334—366.

шего, чем простые опыты» (курсив Ломоносова). В связи с этим Ломоносов замечает: «Как будто естествоиспытатель действительно не имеет права подняться над рутиной и техникой опытов и не призван подчинить их рассуждению, чтобы отсюда перейти к открытиям» [1]. По-видимому, основным вопросом, который ставился в рецензиях, был вопрос о реальности внутреннего движения частиц материи. Один из рецензентов считал допущение внутреннего движения частиц «чистым вымыслом» и приводил в пример звучание колокола, связанного с колебательными движениями его частей, однако не вызывающими нагревание металла. «Он упрекает Ломоносова,— пишет сам Ломоносов,— в том, что тот не дает правильного представления об этом вопросе» [2]. В своем ответе Ломоносов разъясняет рецензенту: «Пусть же рецензент узнает, что при дрожании внутреннее движение происходит лишь в том случае, когда частицы колеблющегося тела изменяют свое взаимное расположение в течение неуловимого промежутка времени, и, следовательно, очень быстро воздействуя друг на друга и друг другу противодействуя» [3].

Из этих примеров видно, какие главные критические замечания выдвигались рецензентами. Они явно держались традиционных представлений о природе тепла и теплотворной жидкости и не только отражали в своих рецензиях господствовавшие в то время взгляды, но и не желали слушать ничего нового по вопросу о теплоте. Ломоносов был чрезвычайно раздосадован этими выступлениями и обратился за поддержкой к академикам и к своему научному единомышленнику Эйлеру [4].

Однако ни нападки рецензентов, ни отсутствие признания его теории теплоты и холода ученым миром не заставили Ломоносова даже в малейшей степени отказаться от своих идей. В 1760 г., при подготовке 2-го издания «Вольфианской экспериментальной физики», Ломоносов предложил специальные добавления к ч. IV этой книги, посвященные

[1] ПСС, т. III, 1952, стр. 220.

[2] Там же.

[3] Там же, стр. 221.

[4] А. Кунин. Сб. материалов для истории имп. Академии наук в XVIII в., ч. II. СПб., 1865, стр. 505 и сл.

теплоте и холоду. Эти добавления начинаются следующими многозначительными словами: «Для опровержения теплотворной нарочной материи, а особливо ее прехождения (т. е. переходящей из тела в тело.— *Н. Ф.*), и для установления моей системы теплотворного движения, предлагаю здесь сокращение диссертации «О причине теплоты и стужи...» [1]. Далее Ломоносов в ряде положений излагает основы своей теории теплоты. Замечательно положение 2-е: «Движение должно быть в материи, и как движение без материи, так и огонь без движения быть не может» [2].

Разработка кинетической теории теплоты — большая научная заслуга Ломоносова. Следуя своему правилу: «Я при объяснении явлений буду поступать так, чтобы не только они легко объяснялись из основного положения, но и доказывали самое это положение» [3], Ломоносов привлек для доказательства своего основного положения — «теплота состоит во внутреннем движении материи» — весь арсенал своей «корпускулярной философии». При этом он исходил из атомно-молекулярного строения вещества и из закона сохранения движения. Показав, что с помощью гипотезы о тепловом движении частиц материи можно вывести необходимость существования абсолютного нуля температуры, а также положение о невозможности передачи тепла от менее нагретого тела к более нагретому, Ломоносов объяснил и другие явления, совершенно непонятные с точки зрения теории теплорода. Так, он пришел к выводу об отсутствии верхней границы температуры, отчасти объяснил причины тепловых эффектов некоторых процессов. Главное же — он полностью отверг своими доводами самую возможность существования теплотворной материи.

Выводы, сделанные Ломоносовым из механической теории тепла, не только подтвердили саму теорию, но и оказались прочным научным основанием гипотезы об атомно-молекулярной структуре материи. Таким образом, исследование Ломоносова о природе теплоты и холода

---

[1] ПСС, т. III, 1952, стр. 436.
[2] Там же.
[3] Там же, т. I, 1950, стр. 131.

явилось первым в истории науки трудом, в котором приводились объективные доказательства существования атомов и молекул.

В свое время Ф. Энгельс, оценивая заслуги основоположника химической атомистики Дальтона, писал: «Новая эпоха начинается в химии с атомистики (следовательно, не Лавуазье, а Дальтон — отец современной химии), а в физике, соответственно этому,— с молекулярной теории» [1]. Но Энгельс едва ли мог что-либо знать об исследованиях Ломоносова, в частности его корпускулярной теории и ее приложениях к решению важнейших научных проблем. Однако оценка Энгельсом значения атомистики и молекулярной теории в возникновении современной химии и наступлении новой эпохи в физике совершенно правильна. Нельзя также обойти молчанием известное высказывание Энгельса о механической теории теплоты: «... в... естествознании мы достаточно часто встречаемся с такими теориями, в которых действительные отношения поставлены на голову, в которых отражение принимается за отражаемый объект и которые нуждаются поэтому в подобном перевертывании. Такие теории нередко господствуют в течение продолжительного времени. Именно такой случай представляет учение о теплоте: в течение почти двух столетий теплота рассматривалась не как форма движения обыкновенной материи, а как особая таинственная материя; только механическая теория теплоты осуществила здесь необходимое перевертывание» [2].

Таким образом, Ломоносов один из первых поставил с головы на ноги учение о теплоте. Вот почему мы с полным основанием должны причислить Ломоносова к ограниченному кругу выдающихся ученых — основоположников современного естествознания.

ПРИНЦИП СОХРАНЕНИЯ ВЕЩЕСТВА И ДВИЖЕНИЯ

Принцип сохранения вещества многократно высказывался в общей форме с очень давних пор. Положение «из ничего — ничего не происходит» в качестве аксиомы, не требующей доказательств, время от вре-

[1] Ф. Энгельс. «Диалектика природы», 1955, стр. 238.

[2] Там же, стр. 29.

мени повторялось на протяжении многих столетий в трудах философов и естествоиспытателей [1].

Обоснование этого принципа и введение его в научный обиход обычно приписывается историками науки Лавуазье (1743—1794) [2]. В своем учебнике «Очерк элементарной химии», обсуждая явление брожения, Лавуазье писал: «Ничто не творится ни в искусственных, ни в природных процессах, и можно принять в качестве принципа, что во всякой операции количество материи одинаково до и после операции, что качество и количество начал остаются теми же самыми, что происходят лишь перемены, видоизменения. На этом принципе основано все искусство экспериментирования в химии; необходимо предполагать существование настоящего равенства или одинаковости между составными началами исследуемых тел и началами, извлеченными из них посредством анализа» [3]. Здесь же, иллюстрируя процесс брожения, Лавуазье приводит своеобразное уравнение реакции: «виноградный сок = угольная кислота + алкоголь».

Открытие закона сохранения силы и связанного с ним закона сохранения энергии обычно приписывается Майеру (1814—1878) и Джоулю (1818—1889) и относится к 40-м годам XIX в. Однако еще в XVIII в., в споре между картезианцами и Лейбницем по вопросу о понятии «сила» (мера движения), поднимался вопрос и о принципе сохранения силы. Но, как указывает Розенбергер, «...вопрос о сохранении силы... остался нерешенным, а только отложенным до другого времени. Относительно сохранения силы можно было в ту пору устанавливать только метафизические законы; обсуждение его на физической почве было еще

---

[1] Подробнее см. у Б. Н. Меншуткина. Труды М. В. Ломоносова по физике и химии. М.— Л., 1936, стр. 503 и далее.

[2] В первой половине XIX в. принцип сохранения вещества принимался учеными лишь как само собою разумеющееся положение. В качестве основного закона природы этот принцип вошел в учебники только около середины XIX в. В дальнейшем неоднократно предпринимались попытки экспериментальной проверки этого закона.

[3] Oeuvres de Lavoisier, t. I, 1864, Paris, p. 101. Перевод Я. Г. Дорфмана. См. Я. Г. Дорфман. «Лавуазье», М.— Л., 1948, стр. 298.

немыслимо, потому что не существовало ни закона, ни даже отдаленного предчувствия превращения сил, например, внешних механических сил во внутренние молекулярные силы, теплоту и т. д.» [1].

Рассмотрим в свете этих исторических справок роль Ломоносова в обосновании принципа сохранения вещества и движения. К своему «всеобщему закону» сохранения Ломоносов пришел не сразу. Долгие годы этот закон подготовлялся в трудах Ломоносова в виде частных положений, пока не приобрел окончательной формулировки «всеобщего закона», которая впервые была приведена на латинском языке в письме к Эйлеру от 5 июля 1748 г. Впоследствии, как мы увидим, формулировка этого закона была еще раз приведена Ломоносовым по-русски почти дословно.

С самого начала своей научной деятельности Ломоносов, занятый идеей корпускулярной структуры материи, поставил перед собою задачу теоретического обоснования этой теории. Свои первые диссертации он посвятил отдельным частным вопросам физики и химии, решение которых было связано в его представлении с признанием существования «нечувствительных частиц» материи, находящихся в непрерывном движении. Еще в своей студенческой диссертации «О превращении твердого тела в жидкое в зависимости от движения предсуществующей жидкости» (1738) Ломоносов впервые высказал мысль, в неясной форме выражающую принцип сохранения движения. Он писал: «Так как каждому очевидно, что никакое тело не может двигать другое, если само не движется, то частицы предсуществующей жидкости должны двигаться, раз они приводят в движение частицы твердого тела, переходящего в жидкое» [2].

В «Элементах математической химии» Ломоносов обосновывает необходимость рассмотрения «изменений смешанных тел» с помощью механики и математики. Эта мысль представляет интерес не только с точки зрения оснащения химии новыми методами исследования, но и с точки зрения эквивалентности между механическим действием (вели-

---

[1] Ф. Розенбергер. «История физики», ч. II. М.— Л., 1933, стр. 245.

[2] ПСС, т. I, 1950, стр. 19.

чиной силы, действующей на тело) и химическими изменениями. В этом отношении замечательны следующие положения, высказанные Ломоносовым: «Все изменения тел происходят посредством движения. ...Так как количество движения может быть определено при помощи механики. а определенные количества познаются отчетливее, то изменение смешанного тела можно отчетливее познать при помощи механики» [1].

В 1743 г. Ломоносов, основываясь на своей корпускулярной теории, уже интенсивно разрабатывал кинетическую теорию тепла. В связи с этим он особенно интересовался тепловыми эффектами различных процессов и явлений. В «276 заметках по физике» он приводит несколько примеров тепловых эффектов, указывая, в частности, на резкий холод, получаемый при прибавлении селитряной кислоты к измельченному льду [2]. В другой заметке он пишет, например: «Нити, вытягиваемые через отверстия, нагреваются от трения» [3] и т. д. Далее он вновь сопоставляет изменения тел (образование и разрушение) с движениями их корпускул [4]. Все это еще раз подтверждает, что Ломоносова в этот период занимал вопрос о связи между силой и ее проявлением (движением корпускул) и изменениями, происходящими в телах.

Мысль о существовании объективного закона сохранения движения и об использовании этого закона при разработке кинетической теории тепла не покидает Ломоносова и в последующие годы. В диссертации «Опыт теории о нечувствительных частицах тел и вообще о причинах частных качеств» он дает несколько аксиоматических положений, связанных с принципом сохранения движения. Одновременно он подкрепляет приведенные аксиомы «опытом», т. е. выводами из наблюдений. Приведем здесь эти положения: «Одни и те же эффекты происходят от одних и тех же причин» [5]; «Никакого движения не может произойти естественным образом в теле, если это тело не будет побуждено к дви-

---

[1] ПСС, т. I, 1950, стр. 73
[2] Там же, стр. 109.
[3] Там же, стр. 133.
[4] Там же, стр. 147.
[5] Там же, стр. 179.

жению другим телом» [1]. Далее следует: «Опыт 1. ... При ударе движущегося тела о покоящееся можно в обоих наблюдать явления, ранее не существовавшие; а именно: 1) покоящееся тело приходит в движение и уменьшает скорость движущегося; 2) чем скорее движется движущееся тело, тем стремительнее будет двигаться тело, приведенное в движение; 3) чем больше сила инерции тела движущегося, тем большею силою инерции обладает тело, приводимое им в движение; 4) чем больше сила инерции покоящегося тела, тем больше замедляется движение тела движущегося» [2]. Далее Ломоносов развивает высказанные положения. В «Присовокуплении 2» он пишет: «Движущееся тело действует на находящееся в покое пропорционально скорости и силе инерции; а так как сила инерции пропорциональна количеству материи тела, то, следовательно, движущееся тело действует на покоящееся пропорционально скорости и количеству материи» [3].

Все эти положения имеют характер аксиом и касаются лишь сохранения движения. Однако Ломоносов, говоря о движении, всюду имеет в виду движущуюся материю. Пока что он не говорит прямо о сохранении материи, но, очевидно, принцип сохранения материи не вызывает у него никаких сомнений. Что же касается сохранения движения, то он постоянно возвращается к этому принципу в своих дальнейших работах. Так, в заметке «О тяжести тел» (1744) он приводит положение: «Так как никакое движение не может быть возбуждено в теле иначе, как если его толкает другое движущееся тело, то следовательно, тяжелые тела, испытывая ускорение движения, получают приращение нового движения от какого-то толкающего их тела, которое само постоянно находится в движении» [4].

В другой своей работе, относящейся к этому же времени (1744) «О составляющих природные тела нечувствительных физических частицах, в которых заключается достаточное основание частных качеств», Ломоносов снова приводит положения, связанные с принципом сохра-

[1] ПСС, т. I, 1950, стр. 179.
[2] Там же, стр. 179—181.
[3] Там же, стр. 181.
[4] Там же, стр. 241.

нения движения. Эти положения таковы: «I. Ни одно тело не может быть естественным образом приведено в движение, если его не толкнет другое тело. II. Ни одно тело не может привести в движение другое, если само оно предварительно не будет приведено в движение. III. Если движущееся тело каким-либо образом соединено с движущим, то оба двигаются в одном и том же направлении. IV. Тела, приведенные в движение одной и той же силой, имеют количество движения, пропорциональное инерции или количеству материи» [1].

Более точная формулировка принципа сохранения движения дается Ломоносовым в одной из следующих диссертаций, относящихся к 1744—1745 гг. Желая объяснить охлаждение, наблюдаемое при растворении некоторых солей в воде, Ломоносов пишет (Диссертация «О действии химических растворителей вообще»): «Когда какое-либо тело ускоряет движение другого, то сообщает ему часть своего движения; но сообщить часть движения оно не может иначе, как теряя точно такую же часть. Поэтому частицы воды, ускоряя вращательное движение частиц соли, теряют часть своего вращательного движения. А так как последнее — причина теплоты, то нисколько не удивительно, что вода охлаждается при растворении соли» [2].

Приведенные высказывания Ломоносова, несомненно, основаны на хорошо известных ему законах механики, изложенных, например, в переведенной им же на русский язык «Вольфианской экспериментальной физике» [3]. Однако Ломоносов не просто пересказывает эти законы, а применяет их, исходя из принципа сохранения движения, к объяснению некоторых явлений и рассматривает их с общей точки зрения сохранения движения и силы.

В подготовке и завершении окончательной формулировки «всеобщего закона сохранения» особенно большая роль принадлежит диссертации Ломоносова «Размышления о причине тепла и холода». Известно, что эта диссертация, написанная в 1744 г., была позднее переработана Ломоносовым для печати. В 1745 г. Ломоносов читал ее в Академиче-

[1] ПСС, т. I, 1950, стр. 287.
[2] Там же, стр. 381.
[3] Там же, стр. 524—526.

ском собрании и, естественно, неоднократно продумывал мысли, лежащие в ее основе. В 1747 г. Эйлер дал об этой работе самый положительный отзыв. В диссертации приводятся положения, которые в дальнейшем были использованы Ломоносовым при окончательной формулировке закона. В самом начале диссертации Ломоносов высказывает фундаментальное положение: *«Достаточное основание теплоты заключается в движении.* А так как движение не может происходить без материи, то необходимо, чтобы *достаточное основание теплоты заключалась в движении какой-то материи»* [1]. Таким образом, здесь прежде всего высказывается основное положение, исходное для всех дальнейших рассуждений и неразрывной связи между материей и движением.

Вся диссертация Ломоносова пронизана стремлением найти отношение (чтобы не употреблять здесь термина «эквивалент») между механическим движением и теплотой. Решительно высказываясь против признания существования особой теплотворной материи, или «элементарного аристотелевского огня» — невесомого флюида, Ломоносов приводит в диссертации веские доказательства в пользу своей концепции теплового движения нечувствительных частиц.

Одновременно Ломоносов обращается и к вопросу о принципе сохранения вещества. В данном случае особый интерес представляет доказательство Ломоносовым ошибочности заключения Бойля об огненной материи, будто бы способной проникать через тончайшие поры стекла и материализоваться при присоединении к металлу: «Первым, если не ошибаюсь,— пишет Ломоносов,— знаменитый Роберт Бойль показал на опыте, что тела увеличиваются в весе при обжигании и что *можно сделать части огня и пламени стойкими и весомыми»* [2] (подчеркнуто нами.— *Н. Ф.*).

Обсуждая далее истинные причины увеличения веса металла при прокаливании в опыте Бойля, Ломоносов констатирует, исходя из принципа сохранения веса вещества: «...весом обладают либо части пламени,

[1] ПСС, т. II, 1951, стр. 9.

[2] Там же, стр. 47.

сожигающего тела, либо части воздуха, во время обжигания проходящего над прокаливаемым телом» [1]. Тут же следует объяснение того, что понимается им под весомыми частями пламени. Ломоносов приводит пример действия сернистого газа (паров горящей серы) на медь и тут же правильно заключает, что «причиною увеличения веса является не что иное, как кислота серы...» [2].

Усиливая свои доказательства новыми аргументами с точки зрения принципа сохранения веса вещества, Ломоносов пишет далее: «Но допустим, что кроме частей зажженного тела или частиц, летающих вокруг в воздухе, который непрерывно обтекает обжигаемые тела, к металлу прибавляется во время обжигания какая-нибудь другая материя, увеличивающая вес окалины его. Но так как окалины, удаленные из огня, сохраняют приобретенный вес даже на самом лютом морозе и, однако, не обнаруживают в себе какого-либо избытка теплоты, то, следовательно, при процессе обжигания к телам присоединяется некоторая материя, только не та, которая приписывается собственно огню: ибо я не вижу, почему последняя в окалинах могла бы забыть о своей природе. Далее, металлические окалины, восстановленные до металлов, теряют приобретенный вес. А так как восстановление производится тем же, что и прокаливание, даже более сильным огнем, то нельзя привести никакого основания, почему один и тот же огонь то внедряется в тела, то из них уходит» [3].

Таким образом, принцип сохранения вещества, так же как и принцип сохранения силы (и движения), всегда имелись в виду в построениях Ломоносова и служили ему в качестве важного довода при доказательствах. Но этого мало: как мы видели, оба эти принципа составляли неотъемлемую часть корпускулярной философии Ломоносова и вытекали из ее основных положений. В эпоху господства представлений о существовании и важной роли в химических процессах невесомых флюидов и мистических сил, само признание которых находилось в полном про-

[1] ПСС, т. II, 1951, стр. 47.
[2] Там же.
[3] Там же, стр. 47—49.

тиворечии с принципами сохранения, Ломоносов выдвинул этот принцип в качестве одного из основных положений для разработки научных теорий. Понимание Ломоносовым принципов сохранения не имело ничего общего с метафизическими представлениями его современников.

В упомянутом выше письме к Эйлеру от 5 июля 1748 г. Ломоносов, обсуждая проблему природы сил притяжения и отталкивания и роль этих сил в природе, писал: «Но все встречающиеся в природе изменения происходят так, что если к чему-либо нечто прибавилось, то это отнимается у чего-то другого. Так, сколько материи прибавляется к какому-либо телу, столько же теряется у другого, сколько часов я затрачиваю на сон, столько же отнимаю от бодрствования, и т. д. Так как это всеобщий закон природы, то он распространяется и на правила движения: тело, которое своим толчком возбуждает другое к движению, столько же теряет от своего движения, сколько сообщает другому, им двинутому» [1].

Эта формулировка закона как бы выражает его в виде математического равенства. Каждая из рассматриваемых величин выражается здесь как сумма двух слагаемых. Это относится и к материи, и к движению, и к продолжительности суток и т. д.

В дальнейшем в специальной статье «О тяжести тел и извечности первичного движения» (1748) Ломоносов вновь возвращается к принципу сохранения движения и пользуется им для аргументации существования начального движения. Здесь приводится ряд положений, основанных на принципе сохранения, и в качестве аксиомы фигурирует положение: «Все, что покоится, не может придти в движение, если не будет двинуто другим» [2] и далее: «Первичное движение не может иметь начала, но должно существовать извечно» [3]. Эти положения еще раз подтверждают, что Ломоносов привлекает принцип сохранения движения в качестве довода при своих доказательствах практически во всех случаях, где он говорит о движении материи.

Последняя по времени формулировка «всеобщего закона» сохране-

---

[1] ПСС, т. II, 1951, стр. 183—185.

[2] Там же, стр. 201.

[3] Там же.

ния вещества и движения приводится в диссертации «Рассуждение о твердости и жидкости тел», написанной в августе 1760 г. Здесь Ломоносов, так же как и в письме к Эйлеру, обсуждает вопрос о роли сил притяжения между «нечувствительными частицами» тел. Всеобщий, естественный закон вновь фигурирует здесь в качестве аргумента при доказательстве положения, «что отражение (т. е. отталкивание частиц.— *Н. Ф.*) подлинно производит движение, и следовательно, нет подлинной и бесподозрительной в телах притягательной силы» [1].

Так как диссертация «Рассуждение о твердости и жидкости тел» переведена самим Ломоносовым на русский язык, приведем вновь формулировку «всеобщего закона» сохранения: «...все перемены, в натуре случающиеся, такого суть состояния, что сколько чего у одного тела отнимется, столько присовокупится к другому, так, ежели где убудет несколько материи, то умножится (т. е. увеличится.— *Н. Ф.*) в другом месте, сколько часов положит кто на бдение, столько ж сну отнимет. Сей всеобщий закон простирается и в самые правила движения; ибо тело, движущее своею силою другое, столько же оныя у себя теряет, сколько сообщает другому, которое от него движение получает» [2]. Заметим, что в этой формулировке речь идет не только о сохранении движения, но и о сохранении силы. В латинском тексте диссертации говорится, однако, лишь о сохранении движения. Первая часть формулировки закона на латинском языке текстуально совпадает с соответствующей частью формулировки в письме к Эйлеру. Вторая часть формулировки в обоих случаях несколько разнится.

Так как диссертация «Рассуждение о твердости и жидкости тел» по-русски была издана впервые в 1760 г., едва ли может возникнуть сомнение в том, что ее перевод с латинского на русский был выполнен самим Ломоносовым или по крайней мере отредактирован им. Поэтому упоминание в русском тексте о сохранении силы, несомненно, было сделано самим Ломоносовым. Впрочем, имея в виду «всеобщность» закона, этому добавлению нет оснований удивляться.

---

[1] ПСС, т. III, 1952, стр. 381.
[2] Там же, стр. 383.

Таким образом, можно утверждать, во-первых, что «всеобщий естественный закон» Ломоносова был высказан им не как случайное положение среди многих других положений и доводов, фигурирующих в его диссертациях, а как незыблемый закон природы, которым он руководился и сознательно пользовался в своей теоретической и практической исследовательской работе. Во-вторых, говоря о частном принципе «всеобщего закона» о сохранении вещества, следует иметь в виду, что Ломоносов применил этот частный принцип прежде всего для доказательства ложного положения о возможности материализации огня, высказанного Бойлем. Известно, что впоследствии Ломоносов экспериментально проверил утверждение Бойля, что явствует из его отчета за 1756 год: «Между разными химическими опытами, которых журнал на 13 листах, деланы опыты в заплавленных накрепко стеклянных сосудах, чтобы исследовать, прибывает ли вес металлов от чистого жару; оными опытами нашлось, что славного Роберта Боила (т. е. Бойля) мнение ложно, ибо без пропущения внешнего воздуха вес сожженного металла остается в одной мере» [1].

Аналитические и экспериментальные исследования, выполненные на основе принципа сохранения вещества, дали возможность Ломоносову заявить в 1760 г.: «Доказано мною прежде всего, что элементарный огонь аристотельский, или, по новых ученых штилю, теплотворная особливая материя, которая из тела в тело переходя и странствуя, скитается без всякой малейшей вероятной причины, есть один только вымысел; и купно утверждено, что огонь и теплота состоит в коловратном движении частиц, а особливо самой материи, тела составляющия. Сия моя система от неосновательных возражений защищена, и тщетные прекословия во тщету вменились» [2].

Приняв в качестве априорного положения, в неявной форме выражающего принцип сохранения движения (и силы), гипотезу: «Тело не может двигать другого, если само не движется» [3], основанную на зако-

---

[1] ПСС, т. X, 1957, стр. 392.
[2] ПСС, т. III, 1952, стр. 389.
[3] ПСС, т. I, 1950, стр. 19.

нах механики (удара), Ломоносов развил это положение в четко сформулированный научный принцип. Он не пошел по пути установления «метафизического закона» (Розенбергер), что соответствовало бы его времени. Исходя из допущения о наличии эквивалентности внутреннего молекулярного движения и теплоты, Ломоносов пришел к важнейшему научному обобщению в виде принципа сохранения движения и силы, применил этот принцип для объяснений явлений и сделал из него ряд важных выводов, объективно подтвердивших сам принцип.

Таким образом, можно утверждать, что Ломоносов не просто высказал, как само собою разумеющуюся истину, а вывел «всеобщий естественный закон» сохранения из фактов и специально поставленных опытов, использовал его для теоретических построений и доказательств и сделал на его основе ряд важных научных выводов. То, что Ломоносов выступил с «всеобщим естественным законом» сохранения за много лет до того, как были установлены основные факты, утвердившие этот закон, нисколько не умаляет его заслуги первооткрывателя этого закона. Наоборот, открытие и формулировка основного закона природы в XVIII в., когда у большинства ученых не было даже «отдаленного предчувствия превращения сил» (Розенбергер), ярко демонстрирует гениальность русского самородка, за много лет вперед ясно увидевшего и решившего одну из центральных проблем естествознания.

ЭФИРНЫЕ ТЕОРИИ СВЕТА И ЭЛЕКТРИЧЕСТВА. МЫСЛИ О ТЯГОТЕНИИ[1]

Одной из задач, которые ставил перед собою Ломоносов, работая над созданием корпускулярной философии, была борьба с пережитками схоластической физики, изгнание из науки скрытых сил, особых «тонких материй» как их носителей. Как уже было показано, Ломоносов построил кинетическую теорию тепла и кинетическую теорию газов, покончив таким образом с теплородом и «материей упругости». В физике Ломоносова действующим началом тепловых процессов были

[1] Этот раздел написан О. А. Лежневой.

вечно движущиеся «нечувствительные частички» — мельчайшие составные части вещества.

Но уже в теории тепла потребовался эфир как промежуточная среда, через которую тепло, и в первую очередь солнечное тепло, распространяется на громадные расстояния. Эфир Ломоносова, заполняя пространство, свободное от обычного вещества, служит для осуществления принципа близкодействия, имеет сложное строение (более мелкие частицы эфира в промежутках между более крупными). В противоположность Эйлеру, Ломоносов не пользуется эфиром при объяснении тяготения. Вращательное движение его частиц обеспечивает, по Ломоносову, передачу тепла, колебательное — света. На основе известных в его время наблюдений и экспериментов Ломоносов пришел к выводу, что свет не всегда несет с собой тепло. Тот факт, что не всякое горячее тело испускает свет, не вызывал сомнений. Угадать, что излучаемые нагретым телом тепловые лучи имеют ту же природу, что и световые, было невозможно: существование инфракрасных лучей было открыто через 35 лет после смерти Ломоносова. Несмотря на эту неточность (различные механизмы распространения света и тепла), основной вывод Ломоносова об общности природы носителя света и тепла в мировом пространстве и о непричастности этого носителя к распространению тяготения правилен. Во всяком случае, до настоящего времени не существует единой теории, связывающей гравитационные явления с электромагнитным полем, унаследовавшим функции электрического и светового эфира.

Интересны мысли Ломоносова, касающиеся связи движения частиц эфира и обычного вещества. Прежде всего надо отметить выдвинутый им принцип совмещения — своеобразный принцип резонанса — предвидение существования каких-то общих параметров, характеризующих и частицы эфира, и частицы вещества. Конкретное воплощение идеи совмещения в теории цветов Ломоносова обусловлено уровнем науки XVIII в. С точки зрения развития физической оптики оно имеет лишь исторический интерес как ранняя попытка создания оптико-химической теории цветов. Но в истории *цветоведения* Ломоносов явился создателем первой научно разработанной теории «трехмерности» цвета.

Другой пример рассмотрения связи между движением частиц вещества и эфира — объяснение Ломоносовым механизма электризации трением. Он считал, что при натирании способного электризоваться вещества его частицы приводятся во вращательное движение, передающееся частицам находящегося в его порах эфира. В «Теории электричества, изложенной математически», Ломоносов поставил задачу выяснения различий электрических свойств веществ (проводников, диэлектриков, веществ с промежуточными свойствами) в связи с изучением их внутреннего строения, с их химическими свойствами.

Для Ломоносова была очевидной связь между тепловыми, световыми, электрическими и химическими процессами. Все они сводились, по его мнению, к различным формам движения частиц вещества и эфира, к микромеханике. Отсюда ряд поражающих нас догадок в планах широко задуманных экспериментов, стремление обнаружить новые виды связи различных явлений, объяснявшихся в его время и еще в течение сотни лет присутствием тех или иных «тонких материй», «флюидов» и т. п. Как известно, он предвидел существование эффекта Керра (влияния электрического поля на преломление световых лучей), фотоэффекта.

Защищая волновую, эфирную теорию света в годы повального увлечения эмиссионной теорией, Ломоносов помог сохранить в науке идеи Гюйгенса, возрожденные на рубеже XVIII—XIX вв. в трудах Юнга и Френеля. Поскольку «Слово о происхождении света» оживленно обсуждалось в мировой научной печати и было известно Юнгу, это вполне реальная заслуга Ломоносова.

При рассмотрении взглядов Ломоносова на проблему тяготения необходимо иметь в виду всю систему его «корпускулярной философии» в целом. Она основывалась на принципах сохранения материи и движения, близкодействия, атомизма. Представление о действии на расстоянии Ломоносов считал несовместимым не только с принципом близкодействия, но и с принципом сохранения движения: покоящееся тело не может дать того, чего у него нет,— движения. Если в оптике Ломоносов прямо противопоставлял свои взгляды на теорию цветов ньютоновым, то в теории тяготения он спорил не с Ньютоном, а с его

последователями, которые считали кинетическое объяснение тяготения не только затруднительным, но и принципиально ненужным.

Причиной тяжести Ломоносов считал быстро движущиеся потоки более тонкой, чем эфир, «тяготительной материи», имеющей атомистическое строение. Частицы тяготительной материи, как он думал, проникают в поры вещества и действуют на его атомы пропорционально величине их поверхности. В связи с этой гипотезой Ломоносов сомневался в пропорциональности массы и веса тел разной природы. Тяготительная материя Ломоносова не только не является носительницей «скрытой силы» (она действует кинетически, толкая тела к центру Земли), но и введена для опровержения формально введенной, действительно «скрытой» силы тяготения Ньютона, которой нередко приписывалось нематериальное происхождение. В этом отношении Ломоносов был прямым предшественником Лесажа. Ни тот, ни другой не могли решить проблему, которая остается открытой и в середине XX в. (проблема экспериментального обнаружения гравитонов, эффекта экранирования тяготения и т. п.).

М. В. ЛОМОНОСОВ И ТЕОРИЯ ФЛОГИСТОНА

Вопрос об отношении Ломоносова к теории флогистона различно освещался его биографами и авторами обзоров его научной деятельности в области химии и физики. Однако мнение о том, что Ломоносов был убежденным противником флогистического учения, до последнего времени было широко распространено и почти не оспаривалось.

Между тем внимательное ознакомление со всем научным творчеством Ломоносова приводит к вполне определенному выводу, что он довольно широко пользовался флогистическими концепциями при объяснении разнообразных явлений, и прежде всего явлений окисления металлов и восстановления окислов. При этом речь идет не только об одной [1] или двух диссертациях Ломоносова, в основе которых лежат флогистические представления о металлах как сложных телах, но и о

[1] М. В. Ломоносов. «О металлическом блеске». ППС, т. I, 1950, стр. 389—417.

других работах и заметках Ломоносова, относящихся к различным периодам его деятельности. Обращает на себя внимание то обстоятельство, что аргументация в пользу антифлогистических взглядов Ломоносова у различных авторов обзоров его научной деятельности совершенно различна. Так, Н. Н. Бекетов еще в самом начале текущего столетия утверждал, что Ломоносов «относился с недоверием к флогистону», поскольку он был противником теории теплорода и «огненной материи». При этом Бекетов ссылался лишь на работу Ломоносова «О причине теплоты и холода» и не упоминал о других диссертациях, особенно основанных на флогистических объяснениях [1].

В 1904 г. Б. Н. Меншуткин высказал мнение, что Ломоносов будто бы пользовался флогистическими представлениями в двух своих диссертациях и в некоторых публичных выступлениях лишь в угоду академикам Петербургской академии наук в тот период, когда он добивался профессорского звания и «был сильно заинтересован в том, чтобы писать свои рассуждения, придерживаясь теории флогистона» [2]. Это же странное утверждение повторяется Меншуткиным и в некоторых последующих работах, посвященных деятельности Ломоносова. Так, в статье «М. В. Ломоносов и флогистон» (1911) Меншуткин писал: «Для получения профессорского звания необходимо было представить такую диссертацию, которая не могла бы вызвать неблагоприятных замечаний академиков, подобно всем ученым того времени, считавших теорию флогистона непреложною истиною. Очевидно, что всего вернее можно было этого достигнуть не новыми для того времени революционными идеями, не нравившимися членам конференции, но работой, написанной с точным соблюдением фантастических особенностей флогистона. В этом, без сомнения, и кроется причина того, что диссертация о светлости металлов написана в духе теории флогистона: в ней Ломоносов как бы старается загладить неблагоприятное впечат-

---

[1] Н. Н. Бекетов. В кн. «Ломоносовский сборник. Материалы для истории химии в России». М., 1901, стр. 2.

[2] Б. Н. Меншуткин. «М. В. Ломоносов как физико-химик. К истории химии в России». СПб., 1904, стр. 249.

ление, произведенное размышлениями о причинах теплоты и холода» [1].

Впоследствии Меншуткин, по-видимому, оставил эту концепцию. В книге «Труды М. В. Ломоносова по физике и химии» [2] он уже не упоминает о ней и вообще уклоняется от обсуждения вопроса об отношении Ломоносова к флогистону. То же самое можно сказать и о последней работе Меншуткина, посвященной Ломоносову [3]. Здесь мы находим лишь указание, что «Ломоносов... весьма скептически относился к невесомым веществам своего века» [4].

В противоположность приведенным высказываниям об отношении Ломоносова к теории флогистона, В. И. Вернадский в своей превосходной статье «О значении трудов М. В. Ломоносова в минералогии и геологии» [5] прямо говорит: «В химии он (Ломоносов.— *Н. Ф.*) был последователем флогистической теории, к которой оп приложил свое атомистическое мировоззрение» [6].

П. И. Вальден в своей юбилейной речи в 1911 г. указывал, что Ломоносов развил далее учение о флогистоне. В той же речи, впрочем, он говорил: «Хотя Ломоносов не был противником флогистона..., но он словом и делом — противник всего ф л о г и с т и ч е с к о г о п е р и о д а (т. е. направления и способов исследования этого периода)» [7].

Разноречия в мнениях по поводу флогистических представлений Ломоносова имеются и в новейшей литературе. Сошлемся в качестве примера на работу Я. Г. Дорфмана [8], утверждавшего, что «Ломоносов начал серьезную борьбу... против шталевской огненной материи и про-

---

[1] Б. Н. М е н ш у т к и н. «Ломоносовский сборник». Изд. имп. Академии наук, СПб., 1911, стр. 160—161.

[2] Б. Н. М е н ш у т к и н. «Труды Ломоносова по физике и химии». Изд. АН СССР, М.— Л., 1936.

[3] Б. Н. М е н ш у т к и н. «Жизнеописание Михаила Васильевича Ломоносова» Изд. АН СССР. М.— Л., 1947

[4] Там же, стр. 134.

[5] В. И. В е р н а д с к и й. См. «Ломоносовский сборник». М., 1901.

[6] Там же, стр. 28.

[7] П. И. В а л ь д е н. «Ломоносов как химик». СПб., 1911, стр. 9.

[8] Я. Г. Д о р ф м а н. «Роль Ломоносова в истории развития молекулярно-кинетической теории теплоты». Сб. «Ломоносов», т. III, М.— Л., 1951, стр. 33.

должал эту борьбу упорно и настойчиво до самой смерти»[1]. Впрочем, Дорфман, отчасти солидаризируясь с вышеприведенным мнением Меншуткина, писал: «Ломоносов, отдавая дань своему времени, исходил из теории флогистона, однако он извлек из этой теории ее наиболее рациональное зерно, отбросив схоластический привесок огненной материи[2]. Подобная же точка зрения со ссылкой на Я. Г. Дорфмана высказывается и Б. Г. Кузнецовым[3].

Обратимся же к высказываниям самого Ломоносова, касающимся его отношения к флогистону, придерживаясь хронологического порядка.

По-видимому, впервые Ломоносов говорит о флогистоне в своих «276 заметках по физике», написанных им в период с 1741 по 1743 г. В заметке № 55 Ломоносов пишет: «Если корпускулы флогистона движутся одни, то дают безвредный огонь, что доказывают зажженный винный спирт и самые чистые эфирные масла. Но только я думаю, что это происходит от движения ядовитой[4] материи, так как безвредный свет возникает в гниющем, фосфор содержит соляной спирт»[5]. Уже из этой заметки очевидно, что флогистон — для Ломоносова материальное вещество. Говоря о корпускулах флогистона, Ломоносов тем самым еще раз подтверждает свою точку зрения о материальности флогистона. В одной из следующих работ, а именно: в диссертации «О металлическом блеске»[6], написанной весной 1745 г., Ломоносов в основу своих положений и теорем при выяснении причины металлического блеска кладет теорию флогистона и приводит многие положения этой теории. Так, он утверждает, что неблагородные металлы — смешанные

[1] Там же, стр. 36.

[2] Там же, стр. 37.

[3] Б. Г. Кузнецов. «Творческий путь Ломоносова». М., 1956, стр. 71.

[4] Здесь, по-видимому, вкралась ошибка при переводе. Термин materiae venerosae лучше перевести вместо «ядовитой материи» — «уничтожающейся (или гибнущей) материи». Непонятен также и самый конец фразы о фосфоре. По-видимому, речь идет об образовании при горении фосфора кислоты, ошибочно принятой Ломоносовым за соляную кислоту (соляный спирт).

[5] ПСС, т. I, 1950, стр. 115.

[6] Там же, стр. 389.

тела (т. е. соединения) и «что во время прокаливания и остеклования из них удаляется некоторая летучая составная часть» [1]. Несколькими строками ниже он постулирует, что «блеск и ковкость низких металлов зависит от этого летучего начала» [2], так что ему, т. е. этому «летучему началу» даже «уместно дать название блеска» [3]. В следующем параграфе это предложение вновь повторяется: «...совершенно очевидно, что блеск неблагородных металлов состоит главным образом из того горючего вещества, которое обычно у химиков зовется флогистоном» [4].

Далее, Ломоносов рассматривает с точки зрения флогистических представлений процессы окисления и восстановления металлов. В качестве восстановителя он упоминает уголь и другие вещества, «насыщенные горючей материей».

Не останавливаясь на других положениях диссертации, объясняющих с помощью теории флогистона различные явления взаимодействия металлов с кислотами, серой и пр., укажем, что Ломоносов придает особое значение действию «концентрированного флогистона» [5].

Все эти положения не заслуживали бы особого внимания, поскольку они обычны при объяснении подобных явлений химиками XVIII в. Однако Ломоносов отнюдь не просто последователь Шталя и его единомышленников. В отличие от них он не признает невещественного «невесомого флюида» — флогистона, а считает его одним из материальных тел. В диссертации Ломоносова имеется исключительно важное с историко-химической точки зрения указание «о способе получения» флогистона в свободном состоянии, на много лет предварившее открытие водорода Кавендишем, который, как известно, принял водород за флогистон.

В § 12 диссертации, где развиваются положения предыдущего параграфа о процессах восстановления металлов из окислов, Ломоносов говорит о важной роли в этих процессах «горючего пара», полу-

---

[1] ПСС, т. I, 1950, стр. 395.
[2] Там же.
[3] Там же, стр. 397.
[4] Там же.
[5] Там же, стр. 407, 417.

чаемого действием кислот на неблагородные металлы. Ломоносов пишет здесь: «...при растворении какого-нибудь неблагородного металла, особенно железа, в кислотных спиртах из отверстия склянки *вырывается горючий пар, который представляет собой нечто иное, как флогистон* (подчеркнуто.— *Н. Ф.),* выделившийся от трения растворителя с молекулами металла (следует ссылка на работу Шталя «Трактат о сере») и увлеченный вырывающимся воздухом с более тонкими частями спирта. Ибо: 1) чистые пары кислых спиртов невоспламенимы; 2) извести металлов, разрушившихся при потере горючих паров, совсем не могут быть восстановлены без добавления какого-либо тела, изобилующего горючей материей» [1].

Некоторые авторы, писавшие об отношении Ломоносова к теории флогистона, смешивали два понятия, которые у Ломоносова всегда разграничиваются: «огненная материя» и «горючая материя». Под «огненной материей» Ломоносов понимал либо «элементарный огонь» в духе аристотелевских стихий, либо теплород. Он был решительным противником концепции «огненной материи». В диссертации «Рассуждение о твердости и жидкости тел» (1760), как бы подводя итог своего отношения к гипотетической «огненной материи», Ломоносов писал: «Доказано мною прежде сего, что элементарный огонь аристотельский или, по новых ученых штилю, теплотворная особливая материя, которая, из тела в тело переходя и странствуя, скитается без всякой малейшей вероятной причины, есть только один вымысел; и купно утверждено, что огонь и теплота состоит в коловратном движении частиц, а особливо самой материи, тела составляющия» [2].

Ломоносов относился отрицательно не только к «огненной материи», но и к другим «невесомым флюидам» [3]. Однако, живя и работая в эпоху расцвета теории флогистона, он, естественно, не мог игнориро-

[1] ПСС, т. I, 1950, стр. 399.

[2] ПСС, т. III, 1952, стр. 389.

[3] В XVI—XVIII вв. жидкости разделяли на две категории: liquida — обычные жидкости, обладающие, помимо текучести, способностью к каплеобразованию, и fluida — текучие материи, не способные принимать капельно-жидкое состояние. Газы и невесовые вещества (эфир) относились к флюидам.

вать установившихся в науке его времени представлений о механизме явлений окисления и восстановления металлов. Но, встав на почву флогистонной теории, Ломоносов не сделался слепым последователем учения Шталя. Будучи материалистом, Ломоносов считал флогистон материальным телом, а именно: «горючим паром», образующимся при действии кислотных спиртов на неблагоприятные металлы. Уже это одно ставит Ломоносова на голову выше современных ему ученых.

В представлениях флогистиков «огненная материя», или теплород, тесно связана с флогистоном. Основатель теории флогистона Шталь и его ближайшие ученики и последователи считали, что во всех горючих телах, а также в металлах и полуметаллах содержится невесомое вещество, сообщающее этим телам свойство горючести, которое и было названо флогистоном. В процессе горения одни тела выделяют весь свой флогистон в виде огня; при горении других тел флогистон лишь частично выделяется в виде огня, а частично — в виде сажи, которую Шталь считал почти чистым флогистоном в особом состоянии. Шталь доказывал, что флогистон есть нечто иное, чем сера алхимиков, присутствие которой в телах считалось причиною их горючести.

Ближайшие ученики Шталя и его последователи развили эти первоначальные представления. Так, стали принимать, что при горении некоторых тел флогистон выделяется в виде тепла и света. Этим самым как бы подкреплялась гипотеза о существовании целого класса невесомых флюидов — теплорода, света и др., взаимно связанных один с другим и флогистоном. Однако, имевшиеся в распоряжении химиков отдельные факты и наблюдения, такие, например, как увеличение веса металлов при их прокаливании на воздухе, хотя и противоречили простейшей флогистической схеме, объясняющей превращение металла в известь при прокаливании, но сами по себе были недостаточны для создания более правдоподобной теории горения. Именно поэтому флогистики и прибегли к гипотезе «отрицательного веса» флогистона (причислявшегося к разряду невесомых флюидов, поскольку никому не удавалось выделить чистый флогистон).

С точки зрения этих представлений флогистиков, излагавшихся в специальной литературе и считавшихся не подлежащими никакому

сомнению, и следует рассматривать выступления Ломоносова против неправильного объяснения Бойлем известного опыта над прокаливанием металлов. В диссертации «Размышления о причине теплоты и холода» Ломоносов, возражая Бойлю, справедливо замечает, что причину увеличения веса металлов при прокаливании следует искать либо в присоединении к металлу материальных частиц пламени (содержащего горящие частицы материи), либо в присоединении воздуха, проходящего во время обжига над прокаливаемым телом [1].

Иллюстрируя эти соображения, Ломоносов пишет: «...металлическая пластинка, обжигаемая в пламени горящей серы, действительно разбухает и увеличивается в весе; но здесь причиною увеличения веса является не что иное, как кислота серы, которую можно освободить от флогистона» [2]. Далее Ломоносов развивает мысль, которая уже высказывалась им в «276 заметках по физике». «Так как восстановление производится тем же, что и прокаливание, даже более сильным огнем, то нельзя привести никакого основания, почему один и тот же огонь то внедряется в тела, то из них уходит» [3].

К опыту Бойля Ломоносов в дальнейшем неоднократно возвращается в своих исследованиях. В письме к Эйлеру от 5 июля 1748 г. он вновь указывает, что «известное мнение об огне, остающемся в кальцинированных телах» отвергается с помощью его теории. «Действительно,— пишет далее Ломоносов — ... нет никакого сомнения, что частицы из воздуха, непрерывно текущего на кальцинируемое тело, смешиваются с последними и увеличивают его вес» [4]. Однако он тут же замечает, что при определенных условиях увеличение веса обжигаемого металла может быть объяснено присоединением «тяготительной материи». Таким образом, при объяснении опыта Бойля Ломоносов вовсе не выступает против теории флогистона, как таковой, а указывает лишь, что допущение Бойлем «материализации» огня (или тепло-

---

[1] ПСС, т. II, 1951, стр. 47, 97, 99.
[2] Там же, стр. 47.
[3] Там же, стр. 49, 99.
[4] Там же, стр. 191.

рода), будто бы становящегося весомым при присоединении к металлу, является нелепым и необоснованным.

К чисто флогистическим представлениям Ломоносов вновь прибегает в диссертации «О рождении и природе селитры» (1749)[1]. Здесь он говорит, в частности, о существовании «всеобщей кислоты» и полагает, что селитряная (азотная) кислота состоит из смеси этой «всеобщей кислоты» и горючего начала — флогистона[2]. При этом Ломоносов замечает, что флогистон — начало более легкое, не только чем кислота, но даже чем вода»[3]. В дальнейшем Ломоносов приводит мнение Шталя и Неймана, что «щелочные соли имеют в своем составе начало флогистон, однако в различных отношениях к другим составным частям»[4]. В связи с этим он высказывает и мнение о «составе» селитры[5].

Не касаясь здесь других работ и заметок Ломоносова, в которых фигурируют флогистические объяснения, сошлемся лишь на «Курс истинной физической химии»[6] (1752—1754). Здесь в § 6 «Введения»[7] имеется объяснение «состава» серы в духе теории флогистона. В § 94 Ломоносов приводит флогистическое объяснение образования сурика[8]. Отметим также, что флогистические концепции привлекаются Ломоносовым также в «Слове о рождении металлов от трясения земли»[9] (1757), «Слове о происхождении света»[10] (1757) и в других сочинениях.

Из приведенного краткого обзора следует, что Ломоносов пользовался теорией флогистона при объяснении разнообразных явлений в течение всего периода занятий физикой и химией, т. е. с 1741 по 1757 гг. В трудах Ломоносова имеются не просто отдельные высказы-

[1] ПСС, т. II, 1951, стр. 219.
[2] Там же, стр. 247.
[3] Там же, стр. 245—247.
[4] Там же, стр. 261.
[5] Там же, стр. 269.
[6] Там же, стр. 439, 481, 579.
[7] Там же, стр. 487.
[8] Там же, стр. 547.
[9] ПСС, т. V, 1954, стр. 295.
[10] ПСС, т. III, 1952, стр. 315.

вания, основанные на теории флогистона, а систематически используются флогистические концепции.

Деятельность Ломоносова относится к периоду первоначального развития теории флогистона, а не к концу его, когда эта теория сделалась реакционной. Основание теории флогистона и первоначальное развитие на основе этой теории взглядов на явления окисления и восстановления, как известно, дало мощный толчок развитию экспериментальных исследований, посвященных выяснению состава солей и минералов и, в особенности, газов, и стимулировало быстрый прогресс качественного и количественного (весового) анализа и пневматической химии. Теория флогистона привела к пересмотру всего комплекса традиционных представлений о веществах, их составе и химическом взаимодействии, унаследованном от периода алхимии. Ф. Энгельс весьма метко указал, что «химия освободилась от алхимии посредством теории флогистона» [1].

Флогистические объяснения Ломоносовым разнообразных явлений не могут поэтому рассматриваться в качестве свидетельства его научной отсталости или даже просто приверженности к традиционным научным представлениям прошлого времени. С другой стороны, если бы Ломоносов был действительно антифлогистиком, как утверждали некоторые авторы обзоров его научной деятельности, то он, естественно, должно был бы противопоставить теории флогистона какую-то новую систему взглядов и объяснить с новых позиций явления окисления и восстановления. Очевидно, что из-за ограниченности фактического материала, которым располагала в то время химия, Ломоносов был лишен такой возможности и лишь высказывал гениальные предположения о роли воздуха в процессах окисления металлов.

Незадолго до смерти в «Обзоре важнейших открытий, которыми постарался обогатить естественные науки Михайло Ломоносов» по поводу своей флогистической диссертации «О металлическом блеске» он писал: «Металлурги, когда приходилось им обращаться к другим областям знания, не шли далее практической химии и ограничивались обычно ссылками на скрытые свойства, пока упомянутый профессор

[1] Ф. Энгельс. Диалектика природы, 1955, стр. 8, 29.

Ломоносов, вооружившись физикой и геометрией в диссертации «О светлости металлов»... не показал, как далеко можно двинуться таким путем в раскрытии и основательном объяснении подземных тайн» [1]. Таким образом, он подтвердил здесь особое значение, которое придавал своим построениям, целиком основанным на флогистических концепциях. Однако Ломоносов пользовался флогистическими объяснениями далеко не во всех своих работах. Так, в диссертациях, посвященных корпускулярной теории и выводам из нее, теории теплоты, и в ряде других работ он вообще не упоминает о флогистоне. В планах и набросках физической химии Ломоносова отсутствуют специальные разделы, обычные в учебниках того времени, посвященные теории флогистона. Но большинство этих работ по своему содержанию далеки от обсуждения проблем, которые в те времена решались с привлечением флогистических представлений. Во всех этих работах Ломоносов не высказывается также и против флогистона.

Таким образом, Ломоносов должен быть отнесен к числу выдающихся прогрессивных ученых флогистического периода, одного из первых представителей периода пневматической химии и прямого предшественника «химической революции» конца XVIII в. Он был одним из немногих представителей флогистического периода, прочно и сознательно стоящих на материалистических позициях. Положив в основу своей научной деятельности атомно-молекулярное учение и развив на его основе важные научные теории о природе тепла, сохранении материи и движения и др., Ломоносов далеко оставил позади своих современников в научном понимании и объяснении физических и химических явлений и процессов.

ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ ПО ХИМИИ

К сожалению, до нас не дошли достаточно подробные сведения о всех экспериментальных работах Ломоносова по химии. Особенно мало данных сохранилось о ранних работах, выполненных Ломоносо-

[1] ПСС, т. X, 1957, стр. 409.

вым до 1749 г. и не нашедших отражения в опубликованных им трудах. В частности, не сохранилось никаких сведений о пневматических опытах Ломоносова по получению и исследованию водорода («горючего пара»), о чем имеется упоминание в его диссертации «О металлическом блеске» [1].

По-видимому, первое специально поставленное Ломоносовым исследование по химии относится к 1744 г. Однако еще за два с лишним года до этого Ломоносов намеревался начать систематические экспериментальные исследования. В январе 1742 г. будучи только что назначен адъюнктом физического класса Академии наук, он возбудил ходатайство об учреждении при Академии химической лаборатории. Занятый в этот период разработкой корпускулярной теории строения вещества и обдумывая следствия из этой теории, Ломоносов несомненно нуждался в опытной проверке некоторых своих положений и выводов. Однако ходатайство Ломоносова тогда не было удовлетворено. В Академии наук не имелось денег на самые неотложные нужды, даже на выплату жалованья профессорам и служащим.

Несмотря на эту неудачу, Ломоносов не оставил мыслей об экспериментальных исследованиях. 5 мая 1743 г. он обратился в Канцелярию Академии с просьбой об изготовлении двух микроскопов — «простого и сложенного». При помощи этих приборов Ломоносов намеревался вести «оптические и физические обсервации, а особливо в ботанике» [2]. В июне того же года он вновь возбудил ходатайство об учреждении химической лаборатории [3]. Эту просьбу он мотивировал необходимостью разработки общих вопросов «химической теории и практики» и обучения химии молодежи. Характерно, что в этом представлении Ломоносов специально объясняет, почему он не может устроить лабораторию «на своем коште». В те времена в Западной Европе большинство химиков создавало лаборатории для своих работ на собственные средства. Государственных и академических научно-

---

[1] ПСС, т. I, 1950, стр. 399.
[2] ПСС, т. IX, 1955, стр. 321.
[3] Там же, стр. 9.

исследовательских учреждений еще не существовало. Однако и на этот раз представление Ломоносова осталось безрезультатным.

В 1743 г. Ломоносов написал диссертацию «О действии химических растворителей вообще» [1]. Первый вариант этой диссертации был представлен в Академию наук 31 мая 1743 г. и был написан, по собственному признанию Ломоносова, «слишком поспешно». Поэтому через несколько месяцев (17 февраля 1744 г.) Ломоносов взял ее обратно. В процессе переработки диссертации у него, по-видимому, и появилась потребность проверить экспериментально некоторые положения. Вероятно, в связи с этим Ломоносов просил 19 июня 1744 г. Академию наук об отпуске ему «для химических экспериментов» химикатов и посуды. Среди них: азотная кислота, аммиак, поташ, купоросное масло и др. Эти материалы и посуда, как следует из надписи на рапорте Ломоносова, были затребованы из Главной аптеки от аптекаря И. Г. Моделя [2].

С этим весьма ограниченным ассортиментом химикатов и посуды Ломоносов и провел свое первое экспериментальное исследование. Оно касалось явлений растворения металлов в кислотах и солей в воде. Опыты Ломоносова изложены в окончательном варианте диссертации «О действии химических растворителей вообще». Первый опыт посвящен изучению явления «вскипания» при действии кислот на металлы. Вот как описывает его Ломоносов: «...я взял короткую тонкую железную проволоку и прикрепил каждый конец ее воском к стеклянному кружку; на середину проволоки я поместил каплю селитряного спирта, разбавленного водою, чтобы растворение протекало медленно (быстро идущий процесс этого рода слишком неотчетлив и затрудняет наблюдение); на каплю, растворяющую железо, я направил достаточно сильный микроскоп. С поверхности проволоки поднимались воздушные пузырьки вместе с частицами железа бурого цвета, которые, как и пузырьки воздуха, отбрасывались в направлении, перпендикулярном к железной проволоке, и хотя я часто менял положение ее, но направ-

---

[1] ПСС, т. I, 1950, стр. 337—383.

[2] ПСС, т. IX, 1955, стр. 13.

ление это сохранялось. После этого, применив более крепкий спирт, я снова рассматривал под микроскопом растворение проволоки. Видна была огромная масса отбрасываемых частиц с бесчисленными пузырьками, непрерывно следовавшими друг за другом; они устремлялись с поверхности проволоки в перпендикулярном направлении и представляли при свете свечи подобие бесчисленных светящихся фонтанов или, скорее, потешных огней, одновременно пущенных в воздух. Частицы железа в последнем случае делались заметны не раньше, чем когда они, оттолкнутые далеко от проволоки, перемещались в растворителе беспорядочным движением» [1].

Ломоносов, естественно, не мог знать истинного механизма растворения железа в азотной кислоте. Выделяющиеся пузырьки окиси азота он принимал за воздух, который, по его мнению, содержался в порах растворяемого металла и растворителя в связанном состоянии и при их взаимодействии освобождался, «возрождая свою упругость». Дальнейшие опыты показали Ломоносову, что количество такого «воздуха», который способен «возрождать свою упругость», очень велико. Объяснить это явление он не мог и прибег к обычному в те времена допущению о том, что в порах металла и растворителя связанный «воздух» содержится в очень больших количествах.

Следующий опыт Ломоносова и был посвящен оценке количества выделяемого при подобной реакции «воздуха» и качественному исследованию его свойств. «Я налил,— пишет Ломоносов,— 5 драхм селитряного спирта в склянку с узким горлом и положил в нее 2 драхмы меди; тотчас же я плотно завязал горло сосуда пузырем, после того как выгнал из него, сколько мог, воздух. Растворение прекратилось примерно через четверть часа и пузырь очень надулся воздухом, вышедшим из металла и спирта. Перевязав пузырь над горлом сосуда ниткою, я снял его со склянки и не сомневался, что он наполнен настоящим воздухом, ибо после сжатия пальцем пузырь снова приобретал прежнюю фигуру; положенный в снег, он сделался более вялым, а при приближении к печи снова надулся; проколотый иглою и сжатый, он

[1] ПСС, т. I, 1950, стр. 349—351.

выпускал струю воздуха, которая приводила в движение легкие предметы и пламя свечи. Произведя тщательные измерения, я определил отношение объема воздуха, расширенного возрожденной упругостью к объему спирта и металла как 68 к 1; а к металлу, которого была растворена одна драхма, как 2312 : 1» [1].

Ломоносов произвел таким образом опыт, типичный для эпохи пневматической химии. Выясняя далее причины освобождения большого количества «воздуха» при растворении металлов в кислоте, Ломоносов поставил ряд специальных опытов. Он исследовал процесс растворения меди при уменьшенном давлении под колоколом воздушного насоса, установил относительную интенсивность реакций растворения в азотной кислоте цинка, железа, меди, серебра, свинца и ртути и расположил эти металлы в ряд по силе «вскипания» их при соприкосновении с кислотой, сопоставив затем интенсивность реакций с удельным весом металлов.

Дальнейшие опыты касались растворимости гидрата окиси железа и медной зелени (уксуснокислой меди) в азотной кислоте. Ломоносов констатировал здесь отсутствие характерного при растворении чистых металлов в кислотах шипения. Весьма большой интерес представляют опыты Ломоносова по растворимости металлов в крепкой и разбавленной азотной кислоте. Ломоносов наблюдал и описал явление пассивации металла: «При употреблении достаточно крепкого селитряного спирта для растворения металла, растворение быстро кончается, так как растворитель перестает действовать. Но если через несколько дней погрузить металл в тот же самый спирт, то снова растворится значительное количество его» [2].

Переходя затем к опытам растворения солей в воде, Ломоносов ищет объяснения причин отсутствия «вскипания» в этом случае. Если при взаимодействии металла и кислоты выделялся газ, «восстанавливающий свою упругость», то для случая растворения солей в воде Ломоносов выдвигал гипотезу заполнения пор солей не воздухом, а водой

---

[1] ПСС, т. I, 1950, стр. 359—361.

[2] Там же, стр. 368—369.

и указывал на кристаллизацию купороса с участием воды (кристаллогидрат). Интересны поставленные им опыты с растворением каменной соли в воде, лишенной растворенного воздуха под колоколом воздушного насоса.

Наконец, укажем, что Ломоносов опытным путем констатировал в своей диссертации наличие в обоих случаях (металл в кислоте и соль в воде) различных тепловых эффектов растворения, а именно: он обнаружил разогревание кислоты при растворении металлов и охлаждение в случае растворения солей в воде.

Все эти явления и факты, установленные опытным путем, Ломоносов объяснил чисто механически, исходя из обычных в его время и идущих от Бойля представлений о «пористой структуре» металлов, солей и жидких растворителей. Впрочем, он ссылается и сам на мнение физиков в § 31 своей диссертации [1]. Эти объяснения отнюдь не снижают значения поставленных им экспериментов, достаточно обстоятельных и целенаправленных, несмотря на весьма ограниченные средства, которые он имел в своем распоряжении.

Опыты Ломоносова, описанные в его диссертации и использованные им для аргументации развитых положений и выводов, по-видимому, заинтересовали академиков Петербургской Академии наук, слушавших диссертацию Ломоносова в Академическом собрании 22 марта 1745 г. Заинтересовавшись новизной подхода Ломоносова к решению вопроса о механизме растворения, Собрание приняло решение предложить Ломоносову публично повторить свои опыты, что и было выполнено им на заседаниях 29 марта (опыт с пузырем, описанный в § 25 диссертации) и 22 апреля того же года. Интерес к этим опытам был вызван также и записками Х. Э. Геллерта, которые были представлены Собранию академиком Крафтом еще 25 июня 1744 г. [2] Неизвестно, в связи с чем и по чьей инициативе Геллерт, состоявший в то время адъюнктом Академии по химии, наблюдал и запротоколировал

---

[1] ПСС, т. I, 1950, стр. 366—367.

[2] Протоколы заседаний Конференции Академии наук с 1725 по 1803 г., т. II. СПб., 1899, стр. 31—32; 260—262.

три опыта Ломоносова, описанные им в § 28, 29 и 42 диссертации (отчасти с другими навесками)[1].

Комплекс экспериментов, поставленных Ломоносовым и описанных в его диссертации «О действии химических растворителей вообще», относится к важной области физической химии — учению о растворах. Задумав еще на первых порах своей научной деятельности большую работу по химии на основе корпускулярной теории, Ломоносов, по-видимому, намеревался проверить опытным путем некоторые сложившиеся у него представления о различных явлениях, связанных с растворением, окислением и восстановлением металлов, природой теплоты и т. д. Экспериментальная часть диссертации «О действии химических растворителей», очевидно, и представляет собой часть намечавшейся работы.

Нельзя не отметить важное значение опытов Ломоносова в развитии пневматической химии. Ломоносов, основываясь на представлениях и экспериментах Гэльса[2], значительно расширил фактический материал в области явлений растворения своими «пневматическими» опытами. К сожалению, не сохранилось данных об опытах Ломоносова по растворению металлов в «соляном спирте» (соляной кислоте). О проведении этих опытов свидетельствует упоминание в диссертации «О металлическом блеске», что «при растворении какого-нибудь неблагородного металла, особенно железа, в кислотных спиртах из отверстия склянки вырывается горючий пар»[3].

Эйлер, которому диссертация Ломоносова была послана на отзыв, обратил особое внимание на доводы Ломоносова и сделал в своей записной книжке запись, в которой изложил основные выводы работы: «Славнейший Ломоносов объясняет растворение металлов в растворителях с помощью: 1. вхождения частичек растворителя в поры металла; 2. воздуха, который как в металле, так и в растворителе в высшей степени сжат и рассеян, при смешении же объединяется и восстанавливает свою упругость; этой силой частицы металла друг от друга

[1] ПСС, т. I, 1950, стр. 363—365, 376—377.
[2] ПСС, т. I, 1950, стр. 510, примечания.
[3] Там же, стр. 398—399.

отрываются. Растворение солей в воде, по его мнению, происходит иначе»[1].

Именно на основании ознакомления с этой диссертацией, а также с работой «Размышления о причине теплоты и холода» Эйлер и написал свой известный отзыв: «Все сии сочинения не токмо хороши, но и превосходны, ибо он изъясняет физические и химические материи самые нужные и трудные, кои совсем неизвестны и невозможны были к истолкованию самым остроумным ученым людям, с таким основательством, что я совсем уверен в точности его доказательств. При сем случае я должен отдать справедливость господину Ломоносову, что он одарован самым счастливым остроумием для объяснения явлений физических и химических. Желать надобно, что все прочие Академии были в состоянии показать такия изобретения, которые показал господин Ломоносов»[2].

После выполнения описанной серии опытов Ломоносов, по-видимому, в течение нескольких лет не был в состоянии предпринять других тематических экспериментальных исследований. Средства, которыми он пользовался при выполнении данных опытов, были более чем скромны. Для экспериментальной проверки других теоретических выводов Ломоносова требовалась лаборатория, элементарно оборудованная и снабженная необходимыми материалами. В самом деле, проверка, например, опыта Бойля о присоединении «огненной материи» к прокаливаемым металлам, требовала наличия специальных печей, в которых было бы возможно осуществить длительное прокаливание. В физическом кабинете, где велись первые опытные исследования, постановка подобных опытов была невозможна.

Однако Ломоносов не оставил мысли об экспериментальных исследованиях. Он вновь возбудил ходатайство об учреждении Химической лаборатории (март — декабрь 1745 г.). В приложенном к ходатайству «проекте об учреждении химической лаборатории» между прочим излагаются общие планы намечавшихся Ломоносовым исследований:

[1] Л. С. Минченко. Неизвестная запись Эйлера о работах Ломоносова. Сб. «Ломоносов», т. IV, 1960, стр. 321.

[2] ПСС, т. X, 1957, стр. 572—573.

«В химических действиях намерен я поступить таким порядком: 1) нужные и в химических трудах употребительные натуральные материи сперва со всяким старанием вычистить, чтобы в них никакого постороннего примесу не было, от которого в других действиях обман быть может; 2) вычищенные материи разделять сколько можно на те, из которых оне натурально сложены; 3) для лучшего доказательства, что разделенные материи из оных простых состоят, намерен оные снова соединять сколько возможно; 4) разные натуральные и сделанные материи соединять разными химическими способами для произведения новых действий и материй, которые могут часто пользовать в познании натуры и к приращению художеств; 5) сделанные от химиков важные опыты, которые хотя и вероятны, однако несколько сомнительны или у которых нужные обстоятельства неточно описаны, повторять и тем их справедливость или подлог исследовать» [1].

Излагая таким образом общие и обычные для того времени задачи анализа и синтеза веществ, Ломоносов обращает внимание на необходимость тщательной предварительной очистки веществ (употребительные натуральные материи), с которыми он намерен в дальнейшем оперировать. Кроме того, обращает на себя внимание задача (№ 5) — проверка сомнительных опытов других авторов. Можно с большой долей вероятности допускать, что Ломоносов имеет здесь в виду опыты Бойля, о которых он незадолго перед этим писал в своей работе «Размышления о причине теплоты и холода» и критиковал выводы из этих опытов [2].

Далее в приложенном «проекте» Ломоносов особо подчеркивает значение применения физического метода в химических экспериментах и приводит некоторые конкретные задачи своих будущих исследований, которые он намеревается поставить в химической лаборатории. «Я не токмо в разных авторах усмотрел,— пишет он,— но и собственным искусством удостоверен, что химические эксперименты, будучи соединены с физическими, особливые действия показывают» [3]. И он

[1] ПСС, т. IX, 1955, стр. 16—19.
[2] ПСС, т. II, 1951, стр. 47.
[3] ПСС, т. IX, 1955, стр. 19.

приводит в качестве примера один из своих опытов из диссертации «О действии химических растворителей вообще», а именно: опыт растворения металла в кислоте, освобожденной от растворенного в ней воздуха [1]. Затем он говорит о необходимости устройства в лаборатории специального воздушного насоса для подобных опытов и называет следующие две задачи: «2) Самородных и сделанных материй исследовать пропорциональную тягость (удельный вес.— *Н. Ф.*); 3) части мелких материй и все, что возможно и прилично покажется, смотреть сквозь прибыльные стекла. Сверх сего к химическим опытам присовокуплять, где возможно, оптические магнитные и электрические опыты, к чему нужные инструменты можно брать на время из Физической палаты или нарочные к тому сделать» [2].

Впоследствии Ломоносов частью исполнил эти намерения. Тщательным образом выполнял он также и общие задачи, которые были поставлены в «проекте». Среди них следует особо подчеркнуть задачу — работать «по мере и весу»; «При всех помянутых опытах,— писал Ломоносов,— буду я примечать и записывать не токмо самые действия, вес или меру употребляемых к тому материй и сосудов, но и все окрестности, которые надобны быть покажутся, а в нужных случаях для лучшего изъяснения присовокуплять рисунки» [3].

Однако Ломоносову пришлось ожидать постройки и оборудования химической лаборатории еще несколько лет, до начала 1749 г. В период с 1745—1748 гг. Ломоносов занимался время от времени лишь мелкими исследованиями, анализами различных объектов и постепенной подготовкой оборудования и материалов для будущей лаборатории. В начале февраля 1745 г. ему поручили произвести анализы и сравнительную оценку образцов солей и рассолов (каменная соль) «для пробы их крепости и узнания о разности в доброте одной против другой» [4]. В связи с этим он обратился в Канцелярию Академии наук с просьбой выдать ему 30 рублей на покупку разных материалов и посуды.

[1] ПСС, т. I, 1950, стр. 364—365.
[2] ПСС, т. IX, 1955, стр. 19.
[3] Там же.
[4] ПСС, т. IX, 1955, стр. 14.

18 февраля уже в специальном рапорте в кабинет царицы он отправляет подробный отчет о своих исследованиях [1]; 5 марта того же года представляет в кабинет новый рапорт об исследовании трех образцов заграничных солей [2].

Поручение Ломоносову анализа солей и рассолов различных месторождений было, конечно, не случайным. Сам он заинтересовался соляным делом еще в бытность во Фрейберге, где он встретился с известным специалистом по соляному делу бывшим академиком Г. Ф. В. Юнкером, состоявшим с 1737 г. в должности «надзирателя Бахмутских и Торских соляных заводов» [3]. Занимаясь по поручению Юнкера переводами на русский язык различных материалов по соляному делу, Ломоносов глубоко заинтересовался им. К тому же, как он сам писал впоследствии: «...он уже прежде того на поморских соловарнях у Белого моря бывал многократно для покупки соли к отцовским рыбным промыслам и имел уже довольное понятие о выварке, которую после с прилежанием и обстоятельно в Саксонии высмотрел» [4].

Из рапорта Ломоносова от 18 февраля 1745 г. следует, что он пробовал семь образцов солей и один образец слюды. Чистоту солей он определял путем растворения их в воде. Он перекристаллизовывал все образцы, а некоторые испытывал различными реактивами, в частности, азотной кислотой [5]. В рапорте от 5 марта того же года он приводит сравнительные данные о растворимости десяти образцов солей и, исходя из этих данных, дает солям оценку. Интересна аргументация Ломоносова по поводу невозможности при наличных условиях количественного анализа солей: «И хотя я старался сверх сего узнать пропорцию доброты солей точную выпарку, однако сие учинить не допустили следующие причины: 1) грязные соли должно процеживать сквозь серую бумагу, в которую знатное количество рассолу входит, и тем соль убы-

---

[1] ПСС, т. V, 1954, стр. 253.

[2] Там же, стр. 259.

[3] Подробнее см. ст. Г. А. Андреевой. «М. В. Ломоносов и Г. Ф. В. Юнкер». Сб. «Ломоносов», т. IV, М.— Л., Изд-во АН СССР, 1960, стр. 141.

[4] ПСС, т. X, 1957, стр. 411—412.

[5] ПСС, т. V, 1954, стр. 255.

вает; 2) во время выварки соль на края чашек всходит и вступает в бумагу, которою чашка должна быть покрыта; 3) переливанием из сосуда в сосуд рассол на боках сосудов остается; 4) при сушении мокрых зерен рассол также в серую бумагу уходит, через что все рассолу знатная часть, а следовательно, и соли немало теряется, которой утраты точно определить никак не можно» [1].

Эта работа, чисто химико-аналитического характера, вероятно, была не единственной экспериментальной работой, выполненной им до 1749 г. Однако Ломоносов, избранный в число академиков и получивший твердое обещание о постройке химической лаборатории, главное внимание направил на платы постройки и оборудование лаборатории. В мае 1746 г. он добивается решения Канцелярии Академии наук о том, чтобы «в экспедиции лаборатории химических и инструментальных наук все употребляемые физические инструменты починивать и вновь, что принадлежит до физических операций по указанию его, Ломоносова, делать и по сделании отдавать ему с росписками» [2]. 30 мая Ломоносов добивается получения аванса в 30 рублей на мелкие покупки для экспериментов (ртуть, птички и другие вещи) [3].

Деятельность Ломоносова в первые годы его профессуры слабо освещена в сохранившихся документах. Известно, что он больше всего занимался литературными трудами, писал оды, сочинял надписи для иллюминаций, редактировал переводы книг и т. д. Он пытался организовать чтение лекций по физике на русском языке студентам академического университета, спорил на заседаниях Академического собрания с Тредиаковским и другими академиками. Достигнув высшей ученой степени в России, Ломоносов в этот период стал более настойчиво требовать расширения подготовки научных кадров из числа русских людей и даже поднимал вопрос об образовании русского юношества в целом.

Несмотря на занятость, Ломоносов однако не оставляет мысли об экспериментальных исследованиях. В свободное время он конструировал машины и заказывал их в академических мастерских. В 1747 г.

---

[1] Там же, стр. 262.

[2] Билярский. Там же, стр. 84.

[3] Билярский. Там же.

столяры академических мастерских работали над машиной по заказу Ломоносова. В документах от 17 августа 1748 г. упоминается о сделанных для Ломоносова двух моделях; точильном столе и ящике на точило [1]. Возможно, что это был склерометр — прибор для определения твердости, впоследствии описанный Ломоносовым.

Впрочем, начиная с середины 1748 г., Ломоносов серьезно занимался вопросами оборудования лаборатории. Еще до закладки здания лаборатории (3 августа 1748 г.) Ломоносов составил подробный перечень оборудования и материалов для лаборатории [2], а месяц спустя он представил Канцелярии Академии наук дополнительный список [3].

Лаборатория Ломоносова явилась первым научно-исследовательским учреждением в России. Она отличалась по своему устройству и оборудованию от пробирных лабораторий и других учреждений такого рода, обслуживавших определенные области практики. По словам Ломоносова, лаборатория была «преимущественно приспособлена к открытию физических истин путем химическим» [4]. Поэтому она была оборудована разнообразными печами, приборами и приспособлениями, хотя и в ограниченном ассортименте. В лаборатории было всего девять печей, из них несколько плавильных, печь для дистилляции, для финифтяного производства, стекловаренная и др. Очевидно, еще до постройки лаборатории Ломоносов уже имел в виду заниматься изготовлением стекол разного состава и цвета.

Начало 1749 г. было посвящено Ломоносовым дальнейшим хлопотам по усовершенствованию лаборатории и пополнению ее оборудования. Он просил, в частности, о назначении для работ в лаборатории «лаборатора», «который бы знал несколько химической практики и по моему указанию,— писал Ломоносов,— мог бы иногда и без меня один при экспериментах быть и поступать бы с ними настоящим образом [5].

---

[1] Билярский. Там же, стр. 106.

[2] ПСС, т. IX, 1955, стр. 34—38.

[3] Там же, стр. 38—39.

[4] А. Будилович. М. В. Ломоносов как натуралист и филолог. СПб., 1869, стр. 41.

[5] ПСС, т. IX, 1955, стр. 45.

По поводу назначения «лаборатора» недруг Ломоносова, влиятельнейший в Академии наук советник канцелярии, управлявший по существу всей академией, И. Д. Шумахер не без иронии написал на ходатайстве: «Хотя бы Г-н Профессор Ломоносов и никаких других дел, кроме химических, не имел, однако необходимо надобен ему лаборатор или такой человек, который с огнем обходиться умеет, понеже профессор сам того еще не знает, да и упражняясь в теории столь скоро тому не научится. Ежели ему такой человек придан не будет, то он больше сосудов испортит, нежели сколько жалованья приданный ему человек получит» [1].

Начиная с 1749 г., имеются сведения о планированных и выполненных Ломоносовым исследованиях. В январе 1749 г. Ломоносов записал: «В генварской трети сего 1749 года... буду в Химической лаборатории делать опыты химические для исследования минералов и других вещей и показывать студентам первые основания химии, ежели к тому определены будут...» [2]. В отчете за январскую треть того же года Ломоносов писал: «В прошедшую январскую треть... трудился я. 1) В окончании учреждения лаборатории и, сколько за неспособностью от стужи и за недостатком некоторых инструментов и материалов можно было, делал химические опыты до крашения стекол надлежащие; 2) сочинял прибавление к прежней моей диссертации о воздухе; 3) делал физические опыты для определения градусов теплоты и стужи и зачал о том диссертацию...» [3].

В цитированном выше рапорте о назначении лаборатора (от 23 февраля 1749 г.) Ломоносов писал: «Химическая лаборатория уже по большей части имеет к химическим трудам надлежащие потребности, и в будущем марте месяце, как скоро великие морозы пройдут, должно будут вступить в беспрерывное продолжение химических опытов» [4]. Таким образом, с первых дней существования лаборатории Ломоносов начал уже свои, впоследствии принявшие широкий размах, исследова-

[1] Билярский. Там же, стр. 124.
[2] ПСС, т. X, 1957, стр. 377.
[3] Там же, стр. 378.
[4] ПСС, т. IX, 1955, стр. 45.

ния по разработке рецептур цветных стекол самых различных оттенков. В мае 1749 г. Ломоносов снова представляет краткий набросок плана на майскую треть: «В нынешней майской трети буду я продолжать опыты в химической лаборатории... и начатые прошлого году диссертации оканчивать» [1]. В мае же Ломоносов вновь возбуждает ходатайство о приобретении для химической лаборатории дополнительного оборудования, в частности,— железной пробирной печи, мехов, иготи (ступки), стеклянной посуды, воздушного насоса и др. Очевидно, в это время Ломоносов был занят преимущественно лабораторными работами. Об этих работах мы узнаем из отчета за майскую треть: «1) Трудился в лаборатории, приуготовляя простые материалы, т. е. разныя соли, водки и прочая. А потом старался искать, как делать берлинскую лазурь и бакан веницейский и к тому нашел способ, как оные делать. Сверьх того чинил разные физические примечания...» [2].

Таким образом, Ломоносов с первых месяцев работы в новой химической лаборатории выдвинул на первый план темы практического характера, отложив ранее намечавшиеся теоретические исследования. Получив в свое распоряжение новую, достаточно хорошо устроенную по тем временам лабораторию, он, естественно, должен был в кратчайший промежуток времени показать Академии наук, а главное правительственным кругам, что лаборатория действительно служит «к приращению художеств», т. е. к новым важным изобретениям, имеющим экономическое значение. Ломоносов отдавал себе отчет в том, что, начав с теоретических исследований, он просто не был бы понят и рисковал навлечь на себя нарекания в неэффективности работы лаборатории. Именно поэтому он энергично принялся сразу за несколько практических исследований.

На первых порах главное место в его исследованиях заняли работы по способам изготовления нескольких минеральных красок, импортировавшихся в те времена в Россию. Речь шла в частности о берлинской лазури и веницейском бакане. В рапорте на имя президента Академии

[1] ПСС, т. X, 1957, стр. 378.
[2] Там же, стр. 381.

К. Г. Разумовского он писал (19 января 1750 г.): «По регламенту Академии Наук профессорам должно не меньше стараться о действительной пользе обществу, а особливо о приращении художеств, нежели о теоретических рассуждениях, а сие больше всех касается до тех, которые соединены с практикою, каково есть химическое искусство. Того ради за благо я рассудил, во-первых, изыскивать такие вещи, которые художникам нужны, а выписывают их из других краев и для того покупают дорогою ценою. Итак, в конце прошлого лета и по осени искал я способов, как делать краски для живописи, и нашел, как делать лазурь берлинскую...» [1].

В начале октября 1749 г. Ломоносов уже передал Академии художеств несколько образцов приготовленных им красок для испытания. 18 октября того же года эти краски были уже испытаны: «Из учиненных оными красками проб как на воде, так и на масле усмотрено, что оные в малярное дело годны, а особливо светлая голубая краска, сверх же де того, во оном же собрании за благорассуждено оные краски на фонарях при огне пробовать...» [2]. Речь шла об испытании устойчивости красок к нагреванию.

Ломоносов и далее занимался разработкой способов изготовления красок, особенно — берлинской лазури, импортировавшейся в Россию и дорого ценившейся. В начале марта 1750 г. он представил в канцелярию Академии наук «при репорте зделанную им для живописцев лазурь берлинскую, которой два сорта; под № 1 зделана с купоросом русским, под № 2 — с немецким; а ежели англинский купорос к тому потреблен будет, то выдет из того лазорь добротою много выше» [3]. Краски эти «в четырех бумажках» были вновь отправлены в Академию художеств на испытание.

Однако уже в последней сентябрьской трети 1749 г. Ломоносов главное внимание в своей лабораторной работе стал уделять разработке рецептур окрашенных стекол. В отчете за эту треть Ломоносов пи-

---

[1] ПСС, т. IX, 1955, стр. 47—48.

[2] Билярский. Там же, стр. 132—133.

[3] Там же, стр. 139.

сал: «Минувшего 1749 года в сентябрьской трети, сколько приуготовление к публичному собранию допустило, трудился я в деле крашеных разных стекол как для исследования теорий о цвéтах, так и для разных употреблений оных в финифтяном деле, в чем имею нарочитый успех. Между тем старался я приводить берлинскую лазурь в лучшее состояние и как бы оную делать в немалом количестве, и нашел, что оную делать можно весьма дешево, так что в предлагаемые при сем материалов исходит 75 копеек на фунт. В генварскую треть сего 1750 года буду упражняться в творении разных стекол, как для теории цветов, так и для практики» [1].

Дальнейшая экспериментальная работа Ломоносова протекала в неблагоприятных условиях. Он был принужден постоянно отрываться от лабораторных опытов на выполнение разнообразных поручений литературного характера и на участие в работах Исторического собрания Академии. В таких условиях Ломоносову волей-неволей пришлось сосредоточиться на единственной экспериментальной теме — разработке рецептур цветных стекол. Вначале эта тема не связывалась им только с мозаическими работами. Ломоносов хотел «...стекла разных цветов употреблять в финифть и в финифтяную живопись (т. е. эмаль), на малевание фарфоровой и финифтяной посуды (вероятно, «фаянсовой».— *Н. Ф.*) на мусию и на другие украшения и сверх того из таких стекол можно делать немалые плиты разных цветов, наподобие аспида и мрамора. Для того прилагаю я возможное старание, чтобы делать стекла разных цветов, которые бы к помянутым художествам годны были, и в том имею нарочитые прогрессы. При всех практических опытах записываю и те обстоятельства, которые надлежат до химической теории» [2]. Таким образом, вместо намечавшихся ранее исследований теоретического характера Ломоносов оказался принужденным лишь «записывать обстоятельства», касающиеся химической теории в своих по существу чисто практических работах. Правда, он ставил перед собой задачу разработки теории цветов. В отчете за январ-

[1] ПСС, т. X, 1957, стр. 381—382.

[2] ПСС, т. IX, 1955, стр. 48.

скую треть 1750 г. он писал: «В прошлой трети трудился я в делании крашеных стекол и в других химических опытах для исследования натуры цветов. В будущую майскую треть буду в том же упражняться и определяемым ко мне студентам буду показывать химические опыты натуральным порядком» [1].

Занимаясь химическими экспериментами лишь между другими делами и имея в своем распоряжении одного только «лаборатора», Ломоносов настоятельно просил о выделении в свое распоряжение студентов академического университета. Он намеревался дать этим студентам широкое химическое образование и вместе с тем использовать их для расширения фронта лабораторных работ. Его просьбы однако не были удовлетворены. Лишь один из студентов, выразивший желание заниматься химией, был в эти годы направлен для занятий под руководством Ломоносова. Это был Василий Клементьев, впоследствии «лаборатор» химической лаборатории, умерший в молодом возрасте в 1759 г. [2]

Несмотря на неблагоприятные условия работы в лаборатории, Ломоносову удалось развернуть исследования рецептур окрашенных стекол с «нарочитыми прогрессами». Он продолжал намеченные работы в течение всего 1750 г. несмотря на то, что ему было «именным е. и. в. указом сочинять повелено» [3] трагедию. В отчете за сентябрьскую треть 1750 г., в котором, прежде всего, говорится об этой трагедии, Ломоносов писал: «В химической лаборатории производил опыты для крашения стекол к мозаике и наделал оных нарочитое количество к произведению действительной мозаической пробы. Сверх сего, сколько за сими и за другими делами, как-то за исправлением переводов и за чтением книг, времени оставалось, делал несколько опытов до физической химии надлежащих и простирался в сочинении начатых диссертаций» [4].

---

[1] ПСС, т. X, 1957, стр. 382.

[2] Н. М. Раскин. Василий Иванович Клементьев — ученик и лаборант М. В. Ломоносова. М.— Л., 1952.

[3] ПСС, т. X, 1957, стр. 382.

[4] Там же, стр. 383.

Разнообразная деятельность Ломоносова в начале 50-х годов достигла предела напряженности. Независимо от обычных лабораторных и разнообразных литературных занятий, Ломоносов постоянно сталкивался с новыми задачами и поручениями. Как единствененый в Академии наук профессор-естествоиспытатель русского происхождения он считал своей обязанностью не только непосредственно участвовать в научных исследованиях, но и выступать в качестве инициатора и организатора постановки и решения различных научных и практических вопросов в интересах родины. Так, 1 июля 1751 г. он предложил Академическому собранию объявить конкурс на решение задачи: «Объяснить причины отделения золота от серебра посредством крепкой водки (т. е. азотной кислоты.— *Н. Ф.*) с показанием притом лучшего и дешевейшего способа отделения этих металлов». Это предложение было принято Академией и в сентябре того же года был объявлен конкурс.

Особенно много внимания и энергии Ломоносов уделял организации подготовки русских национальных кадров ученых и специалистов различного профиля, в том числе мастеров в области химической технологии. Осенью 1751 г. он принял к себе в лабораторию для обучения искусству изготовления цветных стекол «архитектурии ученика» Петра Дружинина с целью передать результаты и достижения своих исследований стекольным заводам, находившимся в ведении Канцелярии от строений. Представление о широте и разнообразии занятий Ломоносова в этот период дает его отчет, составленный в 1756 г. по требованию президента Академии. Вот что писал в этом отчете Ломоносов о своей деятельности в области химии и физики в 1751 г.: «В химии: 1) произведены многие опыты химические, по большей части огнем, для исследования натуры цветов, что значит того же году журнал Лаборатории на 12 листах и другие записки, 2) говорил сочиненную мною речь о пользе химии на российском языке, 3) вымыслил некоторые новые инструменты для физической химии. В физике: 1) делал опыты в большие морозы для изыскания, какою пропорциею воздух сжимается и расширяется по всем градусам термометра, 2) летом деланы опыты зажигательным стеклом и термометром, коль высоко втекает ртуть в разных расстояниях от зажигательной точки, 3) сделаны опыты, как

разделять олово от свинца одним плавлением без всяких посторонних материй, простою механикою, что изрядный успех имеет и весьма дешево становится»[1]. Далее следует перечисление работ по истории и в «словесных» науках.

Упоминаемый в этом отчете «журнал Лаборатории на 12 листах» сохранился[2]. Это единственный из дошедших до нас документов, содержащих подробные протокольные записи опытов Ломоносова, выполненных им в Химической лаборатории. Все другие лабораторные журналы, по-видимому, безвозвратно утрачены или по крайней мере до сих пор не обнаружены. В отчетах Ломоносова упоминаются лабораторные журналы, помимо данного журнала. 1) за 1752 г.— на 25 листах; 2) за 1735 г.— на 56 листах; 3) за 1754 т.— на 46 листах; 4) за 1755 г.— на 14 листах; 5) за 1756 г.— на 13 листах[3]. Вероятно, имелись журналы записей и за последующие годы. Но о них не сохранилось никаких сведений. Как указывал Б. Н. Меншуткин[4], «журнал Лаборатории на 12 листах» за 1751 г. относится к первому периоду экспериментальной работы Ломоносова в устроенной им химической лаборатории. В 1751 г. он окончательно определил основное направление своих экспериментальных исследований. В предшествующие годы он прежде всего говорил о разработке «теории цветов», об изготовлении красок для «художеств». Теперь он все внимание сосредоточил на разработке рецептур цветных стекол для «мусии», т. е. для мозаики. Эта область химической техники довольно широко разрабатывалась в Западной Европе, особенно в эпоху Возрождения и в последующее время. Однако большинство рецептур стекол с широкой гаммой оттенков было засекречено и практически неизвестно. Ломоносов, прекрасно знакомый с реакциями металлических солей, сопровождающимися образованием цветных нерастворимых осадков, пошел по этому пути. Он получил самые разнооб-

---

[1] ПСС, т. X, 1957, стр. 388—389.

[2] ПСС, т. II, 1951, стр. 371; Сб. «Ломоносов», т. I. М.— Л., Изд-во АН СССР, 1940, стр. 9.

[3] Лабораторный журнал и лабораторные записи М. В. Ломоносова. Сб. «Ломоносов», т. I. М.— Л., Изд-во АН СССР, 1940, стр. 10—11.

[4] Там же, стр. 11.

разные осадки солей и окислов металлов и других веществ и затем добавлял их в определенной пропорции в основную стеклянную шихту.

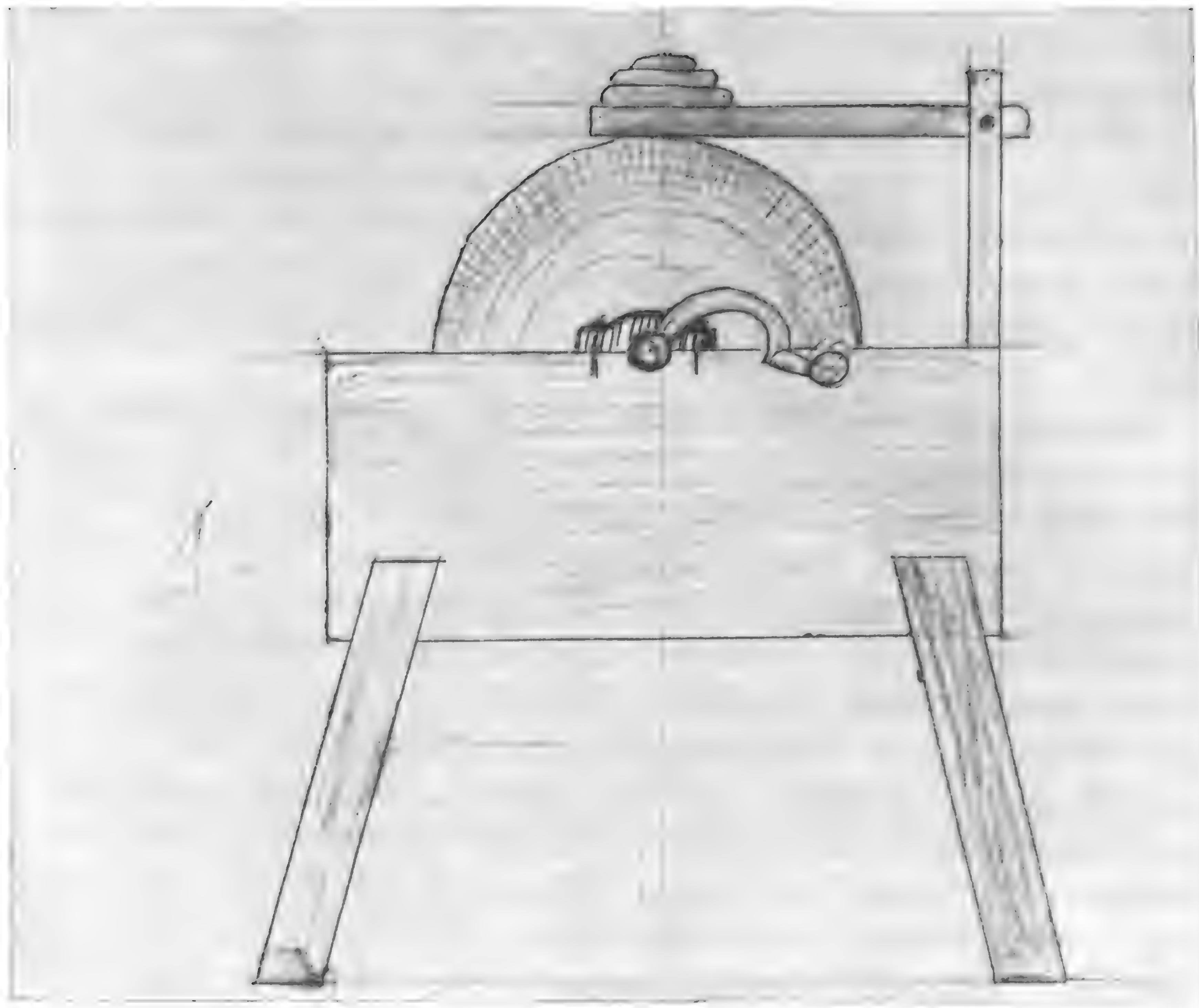
В лабораторном журнале за 1751 г. и записках отдельных опытов нашли отражение девять серий опытов. Первая серия включает 74 опыта, которые зафиксированы в соответствующих таблицах. Здесь прежде всего указаны вещества, взятые для опытов (осаждаемое тело и осадитель) и дана краткая характеристика цвета полученного осадка. В последней графе таблицы дается более подробная характеристика цвета и оттенка, полученного с добавкой соответствующего осадка стекла. В качестве осаждаемых тел Ломоносов использовал различные соли меди, железа, цинка, сурьмы, олова, висмута, мышьяка, кальция (мела), свинца, алюминия (квасцов), вольфрама и др. Осадители, употреблявшиеся Ломоносовым, весьма разнообразны. Чаще всего применялись щелочи, известь, а также металлические соли с различными добавками. Таким образом, большинство осадков представляло собой гидраты окислов металлов или основные соли. Во второй серии опытов приведены результаты сплавления основной шихты стекла (фритты) с минералами — гранатом, яшмой, зубным камнем — белым песком, слюдой и пр. и даны характеристики осадков и стекол. Третья серия посвящена получению осадков различных цветов из растворов нитратов железа, свинца, ртути, серебра, раствора золота в царской водке, иногда с добавками органических красок (кошенили). Дальнейшие три серии опытов посвящены получению стекол с добавками соединений олова, серебра, железа и золота, а также некоторых минералов. Серия III опытов посвящена изучению цвета осадков, содержащих золото, получавшихся из раствора залота в царской водке с добавками нашатыря, а также некоторых других осадков. Ломоносов, по-видимому, был озабочен при выполнении этих опытов получением стекол желтых цветов.

VIII серия почти целиком посвящена рецептурам стекол, содержащих золото. Здесь описаны опыты с «минеральным пурпуром» (кассиевым пурпуром) с разнообразными добавками солей железа, свинца, магнезии и других веществ. Всего в этой серии 59 опытов. Некоторые из композиций, изученных Ломоносовым, довольно сложны.

Последняя IX серия опытов, описанных в журнале, фиксирует многочисленные операции и рецептуры, связанные с получением финифтей или эмалей. Возможно, что в этой серии опытов отражено стремление Ломоносова найти подходящие рецептуры непрозрачных окрашенных стекол для мозаики. Но вероятнее всего эти опыты были поставлены с целью разработки рецептур финифтей, так как в дальнейших лабораторных записках, приложенных к журналу, упоминаются предметы, предназначенные для нанесения на их поверхность окрашенной эмали.

Лабораторный журнал за 1751 г. отражает огромную работу по изысканию рецептур окрашенных стекол для мозаики, проделанную Ломоносовым лишь с помощью одного только «лаборатора». Учитывая крайнюю занятость Ломоносова разнообразными делами, нельзя не удивляться напряженности его экспериментальных исследований в этот период. Фактически в 1751 г. Ломоносов решил поставленную за год с небольшим задачу получения цветных стекол самых разнообразных тонов для мозаики. В следующем году он приступил уже, не откладывая дела в долгих ящик, к практическому осуществлению первых мозаичных работ. В связи с этим он стал заготавливать достаточное количество стекол различных цветов. Ломоносов был весьма увлечен в этот период лабораторной работой по стеклу, перспективой ее расширения и «выхода» в практику. Он был уверен, что его будущие мозаичные работы будут встречены благосклонно и будут понятны при дворе. Конечно, только в этом случае он мог рассчитывать на расширение лабораторных исследований, на получение помощников и на материальную помощь. Но Ломоносову, как и в предыдущие годы, не удавалось посвящать лаборатории достаточное время. Его постоянно отрывали на выполнение различных поручений литературного характера по ордерам канцелярии и по указаниям царского двора. Ломоносов тяготился такой обстановкой и пытался освободиться от многообразных посторонних обязанностей.

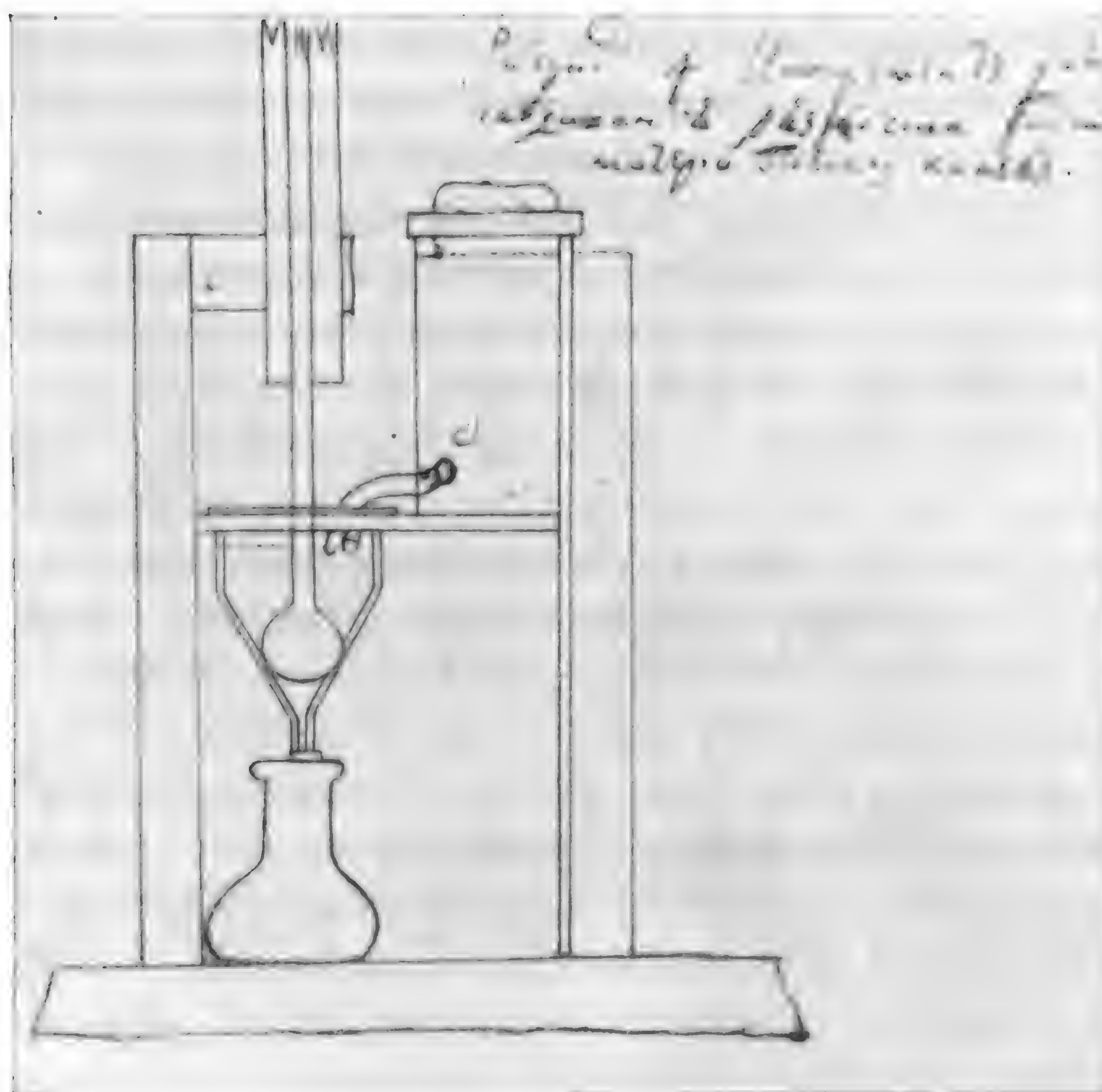
В 1751 г. Ломоносов сблизился с И. И. Шуваловым — одним из приближенных к царице лиц и сразу же сделал попытку добиться через него создания себе более благоприятных условий для научной, и в пер-



Точило Ломоносова для исследования твердости тел

вую очередь для экспериментальной работы. В августе 1751 г. он в одном из писем к Шувалову просил его замолвить слово при дворе, «...чтобы мне, имея случай и способы, удобнее было производить в действие мои в науках предприятия, ибо хотя голова моя много зачинает, да руки одне...» [1]. Но надежды Ломоносова на помощь Шувалова оказались тщетными. Шувалов в дальнейшем настолько загрузил Ломоносова всевозможными поручениями, что ему в конце-концов пришлось

[1] ПСС, т. X, 1957, стр. 470.



Прибор Ломоносова для исследования жидкостей

полностью прекратить экспериментальные и вообще исследования по химии.

1752 г. не внес особых изменений в деятельность Ломоносова. Он по-прежнему принужден был «раздваиваться» между лабораторией и выполнением всевозможных заданий. В начале года ему пришлось «пробовать» различные присылавшиеся в Академию наук руды на содержание золота и серебра. Одновременно, он интенсивно работал над заготовкой цветных стекол для мозаики. 10 января 1752 г. в рапорте канцелярии он писал: «... в Лаборатории приготовлял материи к мусии и начал собирать из составов образ римского письма» [1]. Через не-

[1] ПСС, т. X, 1957, стр. 384.

сколько месяцев, 1 мая он снова писал в канцелярию: «Кроме дел, по канцелярским ордерам учиненных, упражнялся в химической практике для исправления стеклянного дела, сложил мозаичного образа 120 квадратных дюймов, а осталось около 180» [1]. Свою первую мозаичную работу Ломоносов выполнял сам без помощников, используя свои художественные знания и навыки, полученные в Германии.

В январе 1752 г. Ломоносов начал свой «курс оснований химии» для студентов Академического университета. Хотя, как он писал впоследствии, при чтении курса он «... показывал студентам химические опыты тем курсом, как сам учился у Генкеля» [2], само содержание курса было вполне оригинальным и новым. Даже название курса «физическая химия» было в то время совершенно необычным и едва ли не в первый раз встречающимся в истории науки. Ломоносов очень заботился о демонстрациях и практической части курса. Он заказал различные инструменты и приборы, дал их проекты и чертежи для мастеров академических мастерских. Среди других приборов им были заказаны, в частности, «точило для исследования твердости камней разных и стекол», т. е. своеобразный склерометр, «инструмент для следования вязкости жидких материй по числу капель» — вискозиметр.

В отчете за январскую треть 1752 г. Ломоносов отметил: «Диктовал студентам первые основания физической химии и читал по ним лекции по четыре часа в неделю» [3]. Очевидно, полный курс физической химии, читавшийся Ломоносовым, соответствовал содержанию конспекта [4]. Отчет о работе за майскую треть 1752 г. также содержит пункты, касающиеся курса физической химии: «... читал я студентам лекции экспериментальной химии... для того сочинил собственную физическую химию на латинском языке...» [5].

---

[1] ПСС, т. X, 1957, стр. 384.
[2] Там же, стр. 389.
[3] ПСС, т. X, 1957, стр. 384.
[4] Там же, стр. 387.
[5] Билярский. Там же, стр. 179

В конце августа Ломоносов закончил свою первую мозаическую работу «Образ божьей матери», который он лично поднес царице 4 сентября. Этот образ, сделанный руками Ломоносова от начала до конца, и был составлен из 4000 кусочков смальты, а для изготовления этих смальт было сделано 2184 плавки цветных стекол [1].

Подношение Ломоносова было принято благосклонно, и он тотчас же пытался использовать эту благосклонность для расширения лабораторных работ, увеличения числа учеников, организации специальной мозаичной мастерской в отдельном доме и т. д. Однако представление Ломоносова по всем этим вопросам не встретило сочувствия, и он вновь возбудил ходатайство о выдаче ему ссуды в 4000 рублей и об отведении ему в Копорском уезде участка для учреждения мозаичной фабрики. Сенат отнесся к этому второму ходатайству Ломоносова положительно, однако лишь в 1753 г. состоялось «именное повеление» о пожаловании Ломоносова угодьями и крестьянами.

Дальнейшая экспериментальная работа Ломоносова протекала в очень тяжелых условиях. Помимо поручения царицы, переданного через Шувалова, написать русскую историю и множества других поручений двора и Академии наук, Ломоносов был вынужден затрачивать очень много времени на устройство стеклянной фабрики в Усть-Рудицах в «пожалованном» имении. Ломоносов буквально разрывался, пытаясь выполнить добросовестно все дававшиеся поручения и едва находил время для реализации давно намеченных планов экспериментальной работы. Его отчеты год от году становятся все «пестрее», отражая всевозможные, совершенно не связанные один с другим предприятия литературные, исторические, педагогические, работы по стеклу и мозаике и др.

В конце 1752 г. Шувалов, очевидно, настоятельно требовал от Ломоносова форсирования работы по составлению русской истории. В письме к Шувалову от 4 января 1753 г. Ломоносов уверяет своего корреспондента, что он «уповает с божьей помощью свершить первый том Российской истории». Отвечая Шувалову на его требвания бросить все

[1] Билярский. Там же.

остальные работы для того, чтобы сосредоточиться на «Российской истории», Ломоносов между прочим писал: «Что ж до других моих в физике и, химии упражнений касается, чтобы их вовсе покинуть, то нет в том ни нужды, ниже возможности. Всяк человек требует себе от трудов успокоения; для того, оставив настоящее дело, ищет себе с гостьми или в домашними препровождения времени картами, шашками и другими забавами, а иные и табачным дымом, от чего я уже давно отказался, затем что не нашел в них ничего, кроме скуки. Итак, уповаю, что и мне на успокоение от трудов, которые я на собрание и на сочинение «Российской истории» и на украшение российского слова полагаю, позволено будет в день несколько часов времени, чтобы их вместо бильяру употребить на физические и химические опыты, которые мне не токмо отменою материи вместо забавы, но и движением вместо лекарства служить имеют и сверх сего пользу и честь отечеству, конечно, принести могут едва меньше ли первой» [1].

Но как ни пытался Ломоносов выделить «в день несколько часов, чтобы их... употребить на физические и химические опыты», он вскоре убедился, что это — лишь доброе пожелание и практически неосуществимое. Правда, он продолжал еще несколько лет экспериментальную работу, но уже нерегулярно. Работы по изготовлению цветных стекол и по мозаике он перенес на фабрику, а отчасти в дальнейшем и в собственную лабораторию и мастерскую, устроенную в новом доме на Мойке. Уже в 1754 г. не без участия пресловутого Шумахера возник вопрос о приглашении химика для заведования Химической лабораторией. Этого впрочем требовало и расширение функций лаборатории. Начиная с 1752 г., к Ломоносову стало поступать все больше и больше ордеров на производство анализов руд, «камешков» и других объектов. Тем не менее Ломоносов как-то выкраивал некоторое время для экспериментальной работы. Характерно, что, начиная с 1753 г. в его отчетах снова фигурируют темы физико-химического характера, которые ему на несколько лет до этого пришлось отложить из-за развернувшихся работ по цветным стеклам. Одновременно Ломоносов в этот

[1] ПСС, т. X, 1957, стр. 475.

период начинает большую серию работ по физике. Толчком к этим занятиям, несомненно, послужили совместные с академиком Г. В. Рихманом работы по электричеству. В ноябре 1753 г. Ломоносов выступил в публичном собрании Академии наук с речью: «Слово о явлениях воздушных, от электрической силы происходящих» [1].

Приведем выписки из отчетов Ломоносова за 1753—1756 гг., касающиеся его экспериментальной работы. В 1753 г. Ломоносовым было выполнено следующее: «В химии: 1) Продолжались опыты для исследования натуры цветов, что показывает журнал того же году на 56 листах; 2) по окончании лекций делал новые химико-физические опыты, дабы привести химию, сколько можно, к философскому познанию и сделать частью основательной физики; из оных многочисленных опытов, где мера и вес и их пропорция показаны, сочинены многие цифирные таблицы на 24 полулистовых таблицах, где каждая строка целый опыт содержит».

«В физике: 1) с покойным профессором Рихманом делал химико-физические опыты в Лаборатории для исследования градуса теплоты, который на себя вода принимает от погашенных в ней минералов, прежде раскаленных; 2) чинил наблюдения электрической силы на воздухе с великою опасностью... 4) делал опыты, коими оказалось, что цветы, а особливо красный, на морозе ярчее, нежели в теплоте» [2].

В отчете за 1754 г. записано: «В химии: 1) сделаны разные опыты химические, которые содержатся в журнале сего года на 46 листах; 2) повторением проверены физико-химические таблицы, прошлого года сочиненные» [3]. В этом отчете фигурируют и физические работы, особенно связанные с метеорологией и другими вопросами.

Мы уже указывали, что журналы лаборатории за эти годы не сохранились. Однако физико-химические таблицы, о которых упоминает Ломоносов по крайней мере частично дошли до нас. Эти таблицы отражают большую работу, проделанную Ломоносовым по изучению рас-

---

[1] ПСС, т. III, 1952, стр. 16.
[2] ПСС, т. X, 1957, стр. 390.
[3] Там же, стр. 391.

творимости солей при различных температурах[1]. Опыты эти являются продолжением и развитием прежних исследований Ломоносова, выполненных еще в 1743 г. Очевидно, назначение этих опытов — подтвердить некоторые положения теории растворов, которую Ломоносов наметил развить в своем курсе истинной физической химии. Весьма интересно, что этим опытам Ломоносов придавал особенно большое значение для «философского познания» химии.

В 1755 г. Ломоносов отметил в отчете: «В химии: деланы разные физико-химические опыты, что явствует в журнале того же года на 14 листах»[2]. Отчет за 1756 г. оказался последним, в котором фигурирует экспериментальная работа Ломоносова по химии. Здесь записано: «В химии: между разными химическими опытами, которых журнал на 13 листах, деланы опыты в заплавленных накрепко стеклянных сосудах, чтобы исследовать, прибывает ли вес металлов от чистого жару: оными опытами нашлось, что славного Роберта Боила мнение ложно, ибо без пропущения внешнего воздуха вес сожженного металла остается в одной мере. 2) Учинены опыты химические со вспоможением воздушного насоса, где в сосудах химических, из которых был воздух вытянут, показывали на огне минералы такие феномены, какие химикам еще неизвестны. 3) Ныне лаборатор Клементьев под моим смотрением изыскивает по моему указанию, как бы сделать для фейерверков верховые зеленые звездки»[3]. Далее перечислены результаты опытов по физике.

Как известно, в своих прежних работах[4] Ломоносов неоднократно высказывал мнение о неправильности вывода Бойля из его опыта над увеличением веса металлов при их прокаливании. Бойль установил, что при прокаливании металла в незапаянной реторте вес его возрастает и приписал это увеличение «огненной материи», которая будто бы проникает через тончайшие поры в стекле сосуда и присоединяется к

[1] ПСС, т. II, 1951, стр. 619 и далее.
[2] ПСС, т. X, 1957, стр. 392.
[3] Там же, стр. 392—393.
[4] ПСС, т. II, 1951, стр. 47, 191.

металлу, увеличивая его вес. Выводы Бойля носят мистический характер, так как предполагают материализацию невесомого огня (в смысле Аристотелевской стихии). Ломоносов, который был непримиримым противником концепции существования «невесомых флюидов», еще в молодости теоретически опроверг этот вывод Бойля. В корпускулярной философии Ломоносова вообще не было места мистическим невесомым силам. Придавая важное значение разоблачению ошибки Бойля и несмотря на противодействие академиков, Ломоносов резко и отчетливо высказал свое отношение к мнению знаменитого ученого. По-видимому, он неоднократно собирался проверить опыт Бойля и экспериментально доказать необоснованность его вывода. Наконец, в 1756 г. он вернулся к мысли об экспериментальной проверке этого опыта. Весьма интересно чисто материалистическое здравое объяснение Ломоносовым этого непонятного для его современников явления. «Без пропущения внешнего воздуха» вес металлов не изменялся. Своим экспериментом Ломоносов одержал не только научную победу, но и увековечил свое имя выдающегося философа-материалиста, борца против всяческой мистики в науке.

После 1756 г. Ломоносов, как уже говорилось, вел большую работу по дальнейшему расширению рецептур цветных стекол и технологии производства разнообразных стеклянных изделий. Мы не можем здесь касаться этих чисто технологических его работ. После 1756 г. вообще сведений об экспериментальной работе Ломоносова по химии не сохранилось. В отчете за 1759 г.,— единственном сохранившемся после 1756 г. годовом отчете, о работах по химии вообще не упоминается [1].

Таким образом, резюмируя, мы можем сказать, что экспериментальная деятельность Ломоносова по химии касалась трех основных направлений.

1) Исследования в области принципиальных химических и физико-химических проблем, связанных с осуществлением основной задачи, поставленной Ломоносовым в самом начале научной деятельности, превращение химии из искусства в науку. К этой группе эксперимен-

[1] ПСС, т. X, 1957, стр. 394.

тальных исследований относятся работы по растворимости металлов в кислотах и солей в воде, по влиянию температуры на растворимость солей, исследования физико-химических свойств разнообразных веществ (твердость, вязкость и пр.). Сюда же следует отнести и экспериментальное решение Ломоносовым вопроса о причинах увеличения веса металлов при прокаливании.

2) Работа в области рецептур окрашенных стекол и вообще химические и химико-технологические работы по стеклу, по минеральным красителям, по фарфору и др. Эта область исследований Ломоносова наиболее обширна. Она привела к внедрению в практику целого ряда найденных Ломоносовым рецептур и способов обработки стеклянной шихты и готового стекла.

3) Химико-аналитические работы Ломоносова. К этой группе работ относятся исследования осадков, полученных Ломоносовым из растворов различных солей, контрольные анализы руд, минералов и других объектов, а также работы Ломоносова по испытанию качества поваренной соли, полученной из различных источников.

В целом Ломоносов за короткий промежуток времени с 1743 по 1756 гг. проделал огромную и разнообразную работу по изучению различных явлений и веществ. К сожалению, до настоящего времени из-за утраты лабораторных журналов за ряд лет неизвестны многие интересные и важные подробности его экспериментальных исследований.

КОНСТРУИРОВАНИЕ ОПТИЧЕСКИХ ПРИБОРОВ[1]

Среди многочисленных перспективных направлений работы Ломоносова нельзя не выделить оптическое приборостроение. Первоначально его интерес к оптическим приборам стимулировался желанием применить оптические методы в химии. Еще в 1741 г. он предложил оригинальную конструкцию «катоприко-диоптрического зажигательного инструмента» для получения высоких температур. Трудность изготовления дорогостоящих линз большого диаметра он хотел обойти устрой-

[1] Этот раздел написан О. А. Лежневой.

ством системы линз и зеркал, направляющих лучи в одну точку. Позднее, пользуясь микроскопом для изучения сплавов, он изобрел важное усовершенствование — револьверный диск для быстрой смены объективов.

Известно, что с 1748 г. Ломоносов занимался конструированием рефрактометра для определения состава тел и, в частности, растворов по коэффициенту преломления света. В «Слове о пользе химии» (1751) он ставил задачу «выведывать через проницательную оптику» изменения окраски растворов при смешении различных жидкостей. Сохранились заметки, записи в протоколах Конференции Академии, из которых видно, что в 1756 г. построенный по чертежам Ломоносова рефрактометр демонстрировался академикам, что Ломоносов продолжал работать над его совершенствованием, но чертежи до нас не дошли.

К мысли об определении состава тел по коэффициенту преломления наука в лице английского химика Волластона вернулась лишь в начале XIX в.[1].

В 1756 г. Ломоносов сообщил о изобретении им «ночегляда» — зрительной трубы, конструкция которой наиболее эффективна для наблюдений местности и в первую очередь скал и кораблей в ночное время. Ломоносов успешно справился с поставленной задачей, построив трубу с малым окуляром и большим объективом (в ночных условиях хроматическая аберрация переставала быть существенным недостатком). К такой конструкции он пришел, опираясь на опыты, на практике убеждаясь в необходимости и возможности построения ночезрительной трубы. Теоретическое же обоснование его изобретения, связанное с особенностями зрения человека в сумерках, появилось лишь в XX в.[2]. Поэтому не удивительно, что коллеги Ломоносова, и особенно Ф. У. Т.

---

[1] В. Л. Ченакал. Рефрактометр и рефрактометрический метод исследования в работах М. В. Ломоносова. Успехи физических наук, т. XLVII, вып. 1, 1950, стр. 41—48.

[2] С. И. Вавилов. Ночезрительная труба М. В. Ломоносова. В кн.; С. И. Вавилов. Собрание сочинений, т. III. М., Изд-во АН СССР, 1956, стр. 664—685.

Эпинус, опиравшиеся на законы геометрической оптики, отнеслись к идее ночезрительной трубы резко отрицательно, неправильно утверждая, что любая труба с одинаковым успехом может служить в качестве «ночезрительной».

Видя важное практическое значение своей идеи и встречая непонимание и критику в Академии, Ломоносов решил обратиться к широким кругам ученых: он предложил поставить проблему создания ночезрительной трубы в качестве конкурсной задачи Академии Наук. В специальной записке, поданной Академическому собранию 19 января 1758 г., он сформулировал свои соображения по этому поводу. Ссылаясь на особенности строения глаз ночных животных, он утверждал, что «для ночного зрения много значит большее количество света, собранное большим отверстием» [1]. Однако соответствующий конкурс не был объявлен, и записка Ломоносова увидела свет лишь в 1934 г., когда ночезрительные оптические инструменты уже получили «права гражданства». Непризнание не заставило Ломоносова отказаться от своего плана. Он продолжал работать над усовершенствованием трубы и к февралю 1765 г. академические мастера И. И. Беляев и Н. Г. Чижов изготовили три «особливые для сумрачного времени» трубы для организованной по инициативе Ломоносова полярной экспедиции В. Я. Чичагова. К сожалению, из-за внутриакадемической полемики приоритет Ломоносова остался неизвестным зарубежным ученым. Когда в 1772 г. И. Г. Ламберг описал ночезрительную трубу, он думал, что сделал это впервые. В таком же заблуждении находился и Ж. де Лаланд, описавший ночезрительную трубу в 1803 г. [2].

Усиление интереса Ломоносова к оптическому приборостроению в последний период его жизни связано с тем, что в 1759 г. он стал во главе Географического департамента Академии и должен был обеспечивать экспедиции астрономическими и геодезическими инструмен-

---

[1] М. В. Ломоносов. Физическая задача о ночезрительной трубе. ПСС, т. IV, 1955, стр. 117.

[2] Подробнее в примечаниях В. Л. Ченакала к «Физической задаче о ночезрительной трубе». ПСС, т. IV, 1955, стр. 739.

тами. К этому времени он устроил домашнюю лабораторию-мастерскую и получил таким образом возможность осуществлять свои замыслы, не обращаясь каждый раз к услугам академических мастерских.

Стремясь усовершенствовать применявшиеся оптические системы, Ломоносов не только выдвинул ряд новых идей, но и занялся их осуществлением. На собственные средства он строил свои телескопы, начиная от выплавки сплавов в домашней химико-технологической мастерской и кончая изготовлением оптического стекла и его шлифовкой.

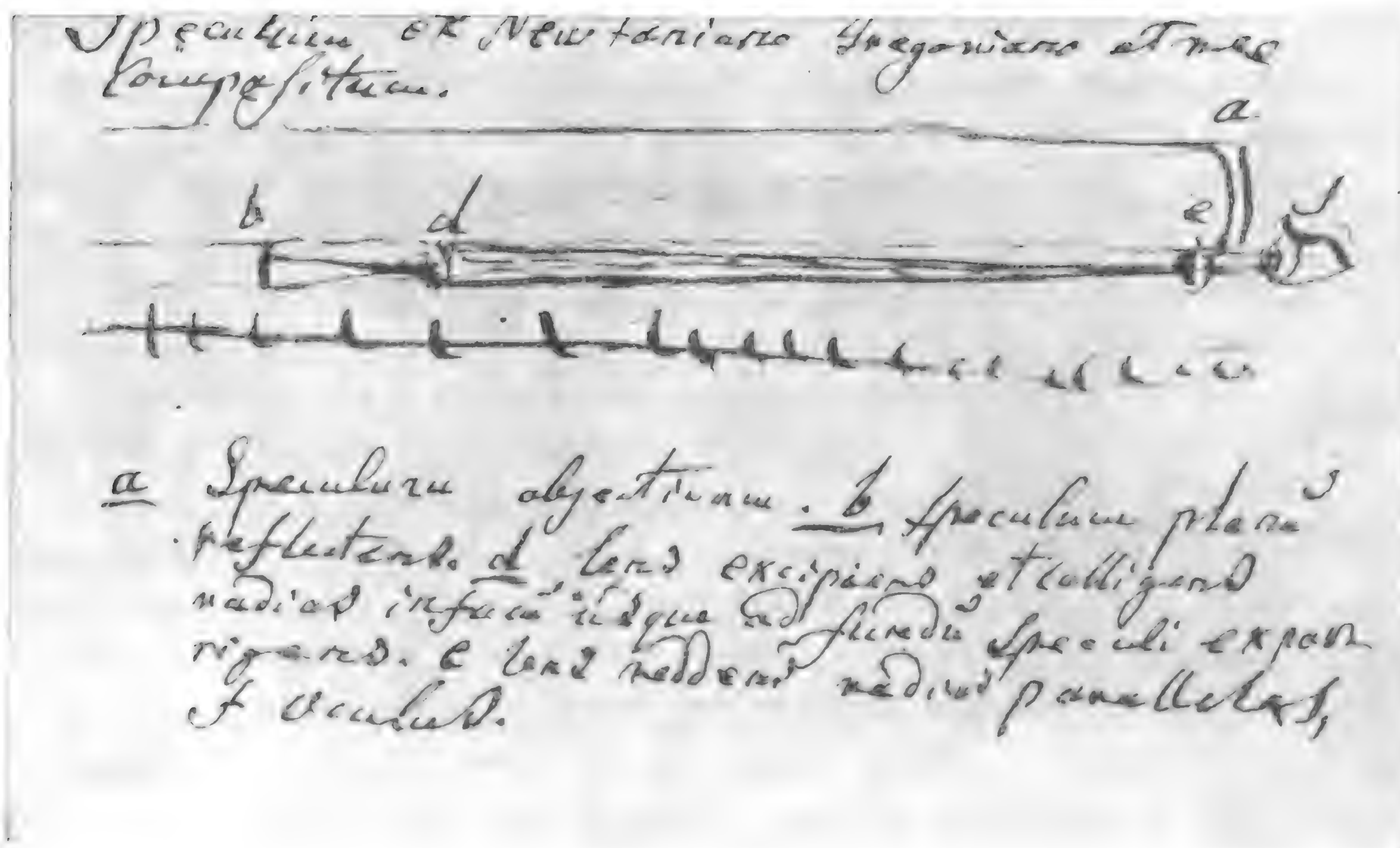
Ломоносов не был удовлетворен качеством рефлекторов Ньютона и Грегори. В этих инструментах часть попадающего в трубу света не доходила до основного отражающего зеркала из-за помещаемого в его фокусе, на пути летучей от наблюдаемого объекта, второго малого зеркала. Ломоносов предложил смелое решение — конструкцию рефлектора «об одном большом зеркале без малого». Небольшой (порядка 4°) наклон оси зеркала относительно трубы позволил вывести фокус отраженных от вогнутого зеркала лучей за пределы трубы и наблюдать получающееся в фокальной плоскости изображение через окуляр. Это свое изобретение Ломоносов описал в речи «О усовершенствовании зрительных труб» [1], которую он должен был произнести 29 июня 1762 г. Речь была напечатана, но тираж был уничтожен: накануне намеченного заседания произошел государственный переворот, и содержавшиеся в речи комплименты Петру III оказались более чем неуместными.

О ходе работы над построением этого телескопа дают некоторое представление «Химические и оптические записки» [2] Ломоносова, не предназначавшиеся для печати (содержащиеся в них заметки написаны в 1762—1763 гг.). Работа шла успешно, но о судьбе телескопа после смерти Ломоносова ничего не известно. Позднее аналогичный инструмент построил Гершель.

В записках Ломоносова упоминается еще один рефлектор, в котором сочетались конструктивные элементы рефлекторов Ньютона и Грегори и идеи Ломоносова о не вполне перпендикулярном расположении

[1] ПСС, т. IV, 1955, стр. 471—487.

[2] Там же, стр. 405—464.



Зеркальный телескоп

зеркала относительно трубы[1]. В этом случае «малое зеркало» сохранялось, но оказывалось за пределами трубы и не загораживало лучей, падающих на рефлектор. Такой инструмент был также спустя четверть века построен Гершелем.

Среди других оптических приборов, которые конструировал Ломоносов, можно отметить горизонтоскоп (вращающийся перископ), батоскоп — прибор для наблюдения речного и морского дна, находящихся в воде предметов, фотометрическую трубу для сравнения света различных звезд, а также варианты астрономических инструментов, приспособленные для наблюдений с корабля. Некоторые упоминаемые Ломоносовым названия построенных им приборов не расшифрованы[2].

---

[1] Ломоносов называет этот прибор (см. рис.) «Зеркальный телескоп, составленный из Ньютонова, Грегорианского и моего», ПСС, т. IV, 1955, стр. 424, 445.

[2] Подробнее см.: С. И. Вавилов. Оптические работы и воззрения Ломоносова. В кн.: С. И. Вавилов. Собрание сочинений, т. III, М., Изд-во АН СССР, 1956, стр. 687—700.

ГЕОФИЗИЧЕСКИЕ ПРИБОРЫ, ИДЕИ, ТЕОРИИ[1]

Ломоносов стремился проникнуть в сущность не только всех физических процессов, но и их проявлений в жизни нашей планеты.

Наибольшую и вполне заслуженную известность имеет его теория грозового электричества, изложенная в «Слове о явлениях воздушных от электрической силы происходящих». Ее важнейшие положения — определяющая роль вертикальных потоков воздуха в образовании электрических зарядов, их распределение по всему объему облака, а не по поверхности и многие частные соображения подтвердились в науке XX в. При создании этой теории Ломоносов опирался и на метеорологические наблюдения и на специально поставленные лабораторные опыты и на свои идеи по поводу природы электрических явлений.

В середине XVIII в. были уже изобретены основные метеорологические приборы — термометр, барометр, анемометр, и в некоторых странах велись более или менее систематические наблюдения, но они были трудно сопоставимы. Метеорология еще не сложилась как самостоятельная наука. Вполне прав был Ломоносов, когда писал, что «...знание воздушного круга еще великою тьмой покрыто»[2]. При этом он ясно понимал задачи метеорологии и пути к их разрешению. Видя недостаточность проводившихся в то время наблюдений для организации предсказаний погоды, он выдвинул идею создания международной сети систематически работающих метеорологических станций по образцу построенной им самим в 1751 г. «Метеорологической с самопишущими приборами обсерватории». Лишь через сто с лишним лет эту мысль удалось осуществить на практике в международном масштабе: в 1873 г. международный метеорологический съезд в Вене принял решение о ведении единообразной публикации наблюдений по образцу, разработанному петербургским академиком Г. И. Вильдом для русской сети.

---

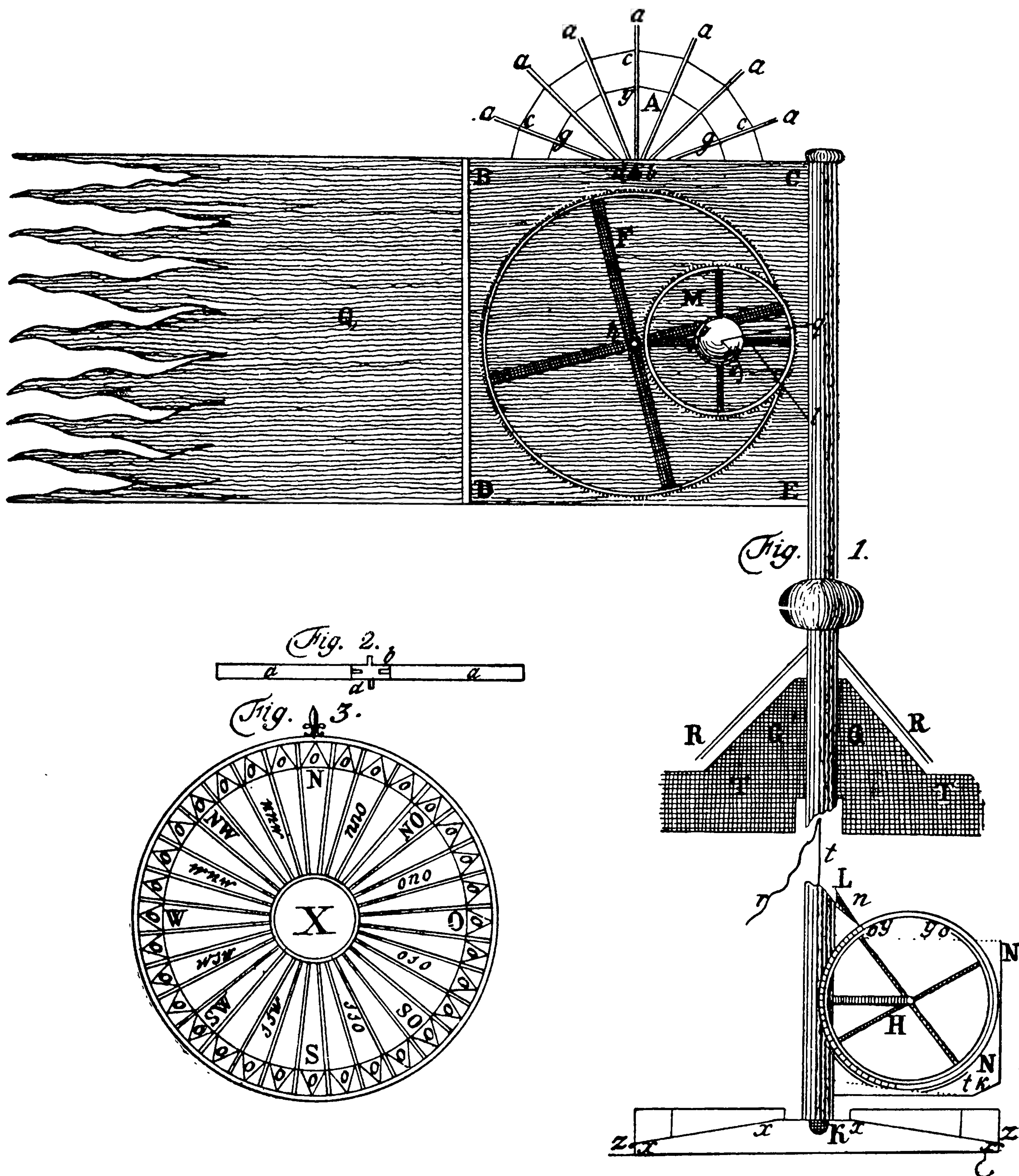
[1] Этот раздел написан О. А. Лежневой.

[2] ПСС, т. III, 1952, стр. 25.

Не ограничиваясь пожеланиями, Ломоносов упорно работал над созданием новых, и в том числе самопишущих, приборов. Сохранились описания только некоторых из них. Изобретенный Ломоносовым в 1751 г. анемометр[1] был первым в истории метеорологии прибором, позволявшим регистрировать скорость и направление ветра, не наблюдая непосредственно за флюгером, и определять суммарное действие ветра в каждом направлении за определенный промежуток времени.

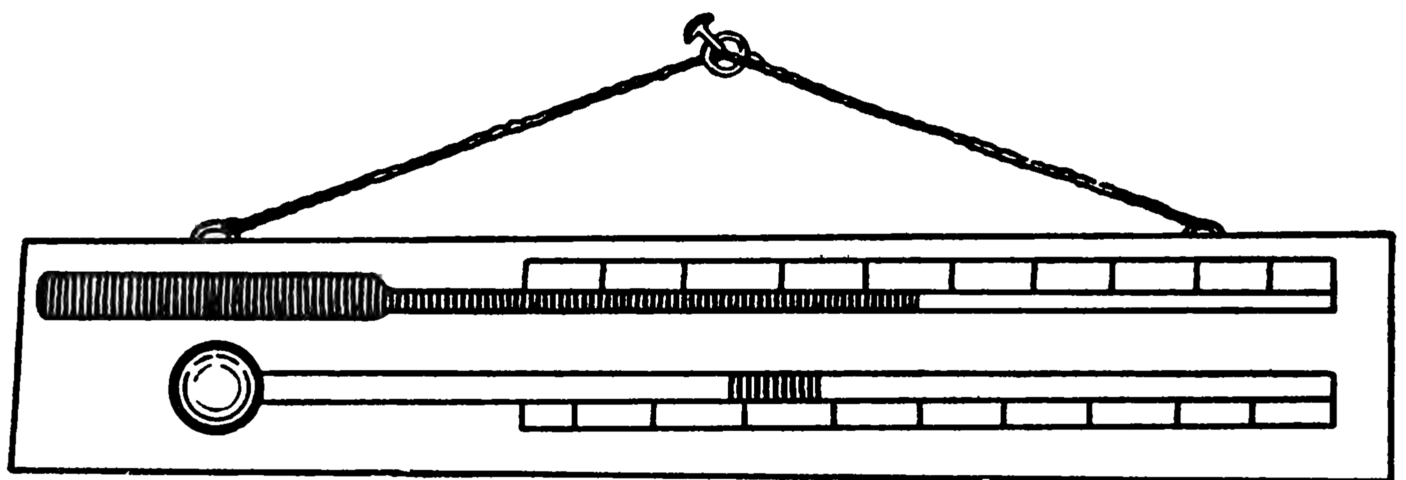
В «Слове о явлениях воздушных, от электрической силы присходящих» Ломоносов задолго до Соссюра доказывал существование восходящих и нисходящих движений воздушных масс, объяснял причины их возникновения и прекращения, рассматривая разнообразные метеорологические процессы. При этом ему не хватало прямых наблюдений над изменением метеорологического и электрического состояния воздуха с высотой и уже в следующем году 1 июля 1754 г. он демонстрировал академикам действие «аэродромической машины», или пружинного геликоптера, предназначенного для подъема метеорологических приборов с целью изучения физического состояния воздуха на разной высоте. Все, что известно об этом изобретении Ломоносова, заключено в скупых строках протокола Академического собрания: «Почтеннейший советник Ломоносов показал изобретенную им машину, называемую аэродромической, пользоваться которой надо следующим образом. С помощью крыльев, движущихся горизонтально в разных направлениях благодаря пружине, какие обычно бывают в часах, воздух сдавливается и машина поднимается по направлению к более высокому слою воздуха,— для того, чтобы можно было с помощью метеорологических приборов, которые прикрепляются к этой аэродромической машине, исследовать состояние верхнего воздуха. Машина была подвешена на веревке, перекинутой через два блока и поддерживалась в равновесии гирьками, привешенными с противоположной стороны. Когда заводили пружину, машина сразу поднималась вверх. Таким обра-

[1] Анемометр, показывающий наибольшую быстроту любого ветра и одновременно изменения в его направлении, Михайла Ломоносова. ПСС, т. II, 1951, стр. 205—219.



Анемометр Ломоносова

зом, она обещала желаемый эффект. Этот эффект, по мнению изобретателя, еще больше увеличится, если будет увеличена сила пружины, если расстояние между обеими парами крыльев будет больше и коробка, в которой скрыта пружина, будет, для уменьшения веса, сделана из дерева; об осуществлении этого он и обещал позаботиться»[1].



Морской барометр Ломоносова

Новым импульсом, усилившим интерес Ломоносова к метеорологии, был его проект экспедиции для установления северного морского пути на Дальний Восток. В своем «Рассуждении о большей точности морского пути», Ломоносов назвал одну из глав «О предсказнии погод, а особливо ветров»[2]. Он правильно указывал там, что «сражение ветров» приводит к повышению давления, а «развитие ветров» к его понижению, что эти процессы происходят лишь в приземных слоях атмосферы, наиболее подверженной колебаниям температуры.

Занимаясь снаряжением морских экспедиций, Ломоносов предложил много новых по идее навигационных инструментов. Он придавал большое значение ведению систематических наблюдений на море, сконструировал специальный барометр, пригодный для применения в плаваниях. Морской барометр Ломоносова — это сочетание смонтированных на одной доске двух термометров, спиртового, регистрирующего

[1] Цит. по кн.: История естествознания в России, т. 1, ч. 1. М., Изд-во АН СССР, 1957, стр. 341—342.

[2] ПСС, т. IV, 1955, стр. 171—174.

только изменения температуры, и воздушного, реагирующего и на изменение давления. «Итак,— писал Ломоносов,— когда оба термометра ходят согласно, указывая на тот же градус, то значит, что барометр стоит толь же высоко, как стоял, когда оные два термометра сделаны. Когда же воздушный термометр стоит ниже другого, показывает, что воздух стал тяжелее и барометр выше; а когда стоит воздушный выше водочного, то уверяет, что воздух стал легче, а барометр ниже» [1]. В 1912 г. петербургский физик В. В. Лермантов сконструировал в соответствии с этой идеей Ломоносова «погодник», который оказался лучше распространенных в то время «погодников» — воздушных термоскопов [2].

Понимая трудность полемики с ньютонианцами в области теории тяготения без экспериментального обоснования своих взглядов, Ломоносов много времени и сил посвятил гравиметрическим наблюдениям по специальной программе. Он пользовался усовершенствованным маятником и впервые предложенным им статическим газовым гравиметром. Первый должен был регистрировать изменения направления силы тяжести, второй — ее величины. Наблюдались качания маятника в направлениях Север — Юг и Запад — Восток.

Ломоносов считал, что окружающая движущуюся планету «тяготительная материя» отстает от нее, в результате чего сила тяжести в той части планеты, которая обращена вперед, по орбите больше, чем на обратной. С этим явлением он связывал факт суточного вращения Земли, морские приливы, изменения давления воздуха (приливные волны в атмосфере). Для доказательства своей гипотезы он должен был обнаружить изменения силы тяжести в разное время суток. Но независимо от этой гипотезы наблюдения Ломоносова должны были бы дать ценный материал для изучения приливообразующих сил, если бы чувствительность прпборов была достаточной.

---

[1] ПСС, т. IV, 1955, стр. 174.

[2] В. В. Лермантов. Физические приборы Ломоносова и его «морской барометр» в модернизированном виде. Журнал Русского физико-химического общества, физический отдел, т. 44, вып. 5, 1912, стр. 197—199.

Около 10 лет работал Ломоносов над конструированием и изготовлением своих гравиметрических приборов и в мае 1757 г. высказал намерение выступить с речью «Способ исследования изменения центра тяжести вместе с новой теорией вращательного движения Земли и прочих планет». Текст этой речи не сохранился. В июне того же года Ломоносов предложил объявить задачу на тему «Изменчиво ли направление тяжести»[1]. Известно, что в 1757 г. большой маятник Ломоносова был установлен в его доме, но сохранившиеся записи наблюдений относятся к 1759—1764 гг. Только небольшая часть наблюдений стала известна современникам; маятниковые наблюдения, относящиеся к 1759 г., были опубликованы в качестве приложения к «Рассуждению о большей точности морского пути», в котором дано и описание маятника.

В 1763 г. Ломоносов подготовил речь «о переменах тягости на земном глобусе», где подытожил результаты своих наблюдений, и в августе 1764 г. прочитал начало ее академикам[2], но текст этой работы до сих пор не найден. Таблицы наблюдений были в 1764 г. отпечатаны, но после смерти Ломоносова несмотря на решение академиков составить вступительную статью и реализовать тираж, таблицы остались на складе и в 1787 г. были уничтожены. Лишь в 1951 г. М. Коровин обнаружил один экземпляр таблиц[3].

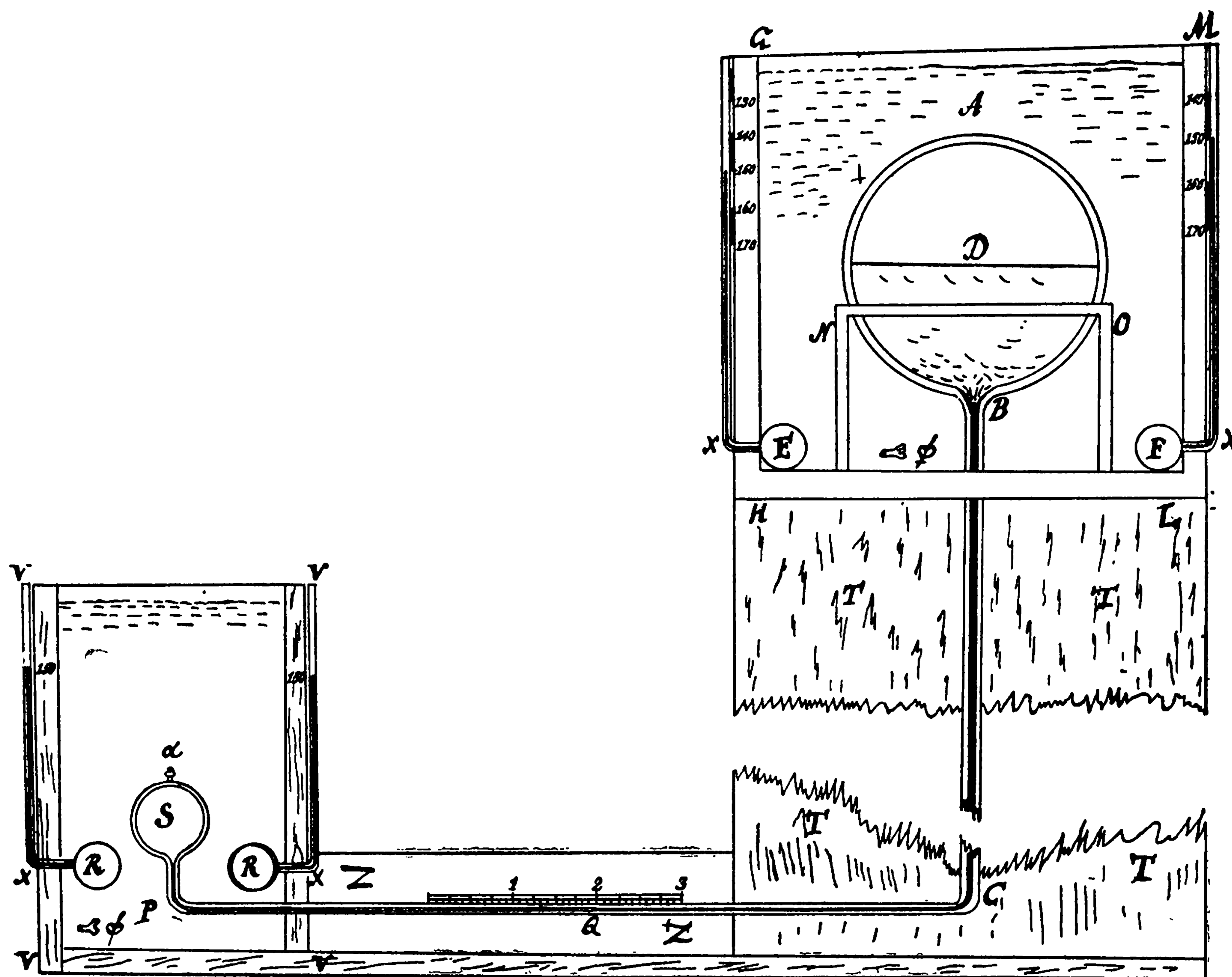
---

[1] Протоколы Конференции, т. II, стр. 381 и 384.

[2] Протоколы Конференции, т. I, стр. 525.

[3] Эти таблицы опубликованы в четвертом томе ПСС, на стр. 489—709. Они состоят из трех частей: 1. «Таблицы колебаний центроскопического маятника, наблюдавшихся в Петербурге», содержащие наблюдения за март — сентябрь 1759 г. 2. «Таблицы колебаний центроскопического маятника, а также изменений в высоте барометров закрытого и обыкновенного, наблюдавшихся в Петербурге» (сюда вошли наблюдения за период с сентября 1759 г. по май 1763 г.). 3. «Таблицы колебаний центроскопического маятника, изменений универсального ртутного барометра, а также металлического, наблюдавшихся в Петербурге» (наблюдения с мая 1763 по февраль 1764 г.). Как видно даже из заглавий, Ломоносов все время расширял программу наблюдений, присоединив к наблюдениям качаний маятника в перпендикулярных плоскостях наблюдения с помощью изобретенного им в 1749 г. универсального барометра (газового гравиметра).

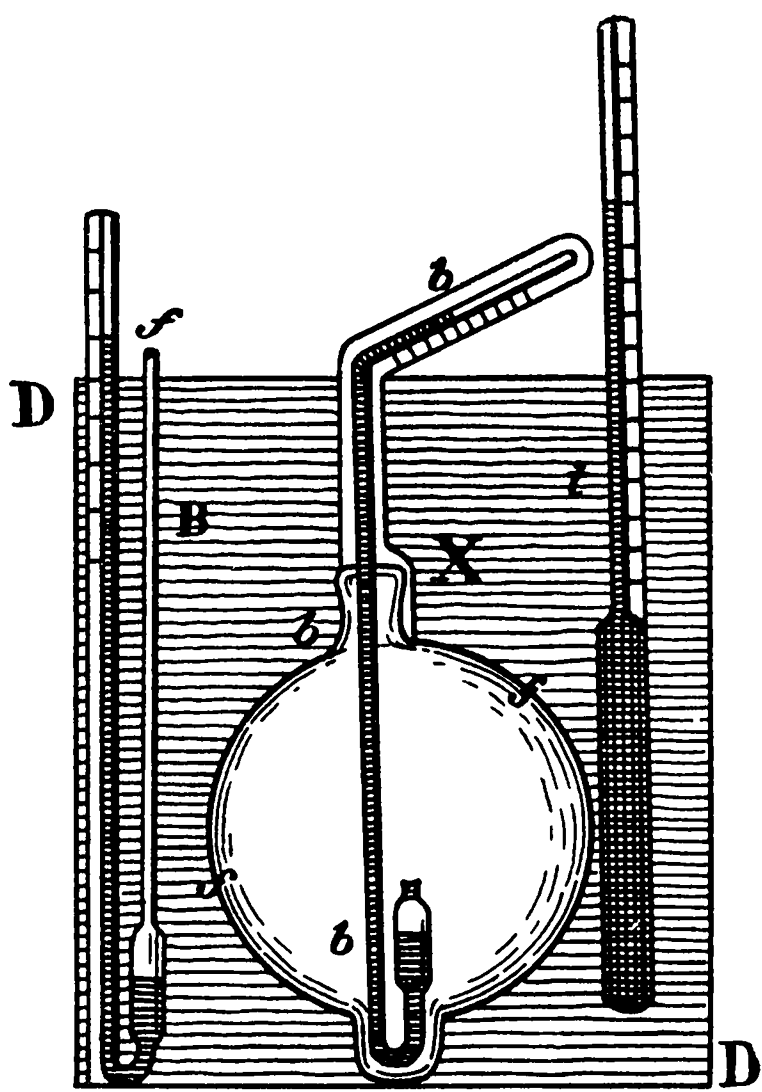
Случилось так, что описание универсального барометра Ломоносова было опубликовано именно в те годы, когда геофизики почувствовали необходимость в создании подобного прибора. Различные



Универсальный барометр Ломоносова

конструкции статического газового гравиметра были предложены Мадсеном (1912), Л. Дж. Бриггсом (1916), Г. Гаальком (1931 и позднее), Нэргардом (1933), А. А. Михайловым (1934), а в 1934 г. был впервые опубликован латинский текст описания прибора Ломоносова (русский — лишь в 1951 г.). Детально рассмотрев эту конструкцию Ломоносова

и современные варианты, В. Я. Билык[1] пришел к выводу, что изучение универсального барометра может иметь практическое значение для современной науки. Универсальный барометр Ломоносова изображен на стр. 461. Принцип действия его состоит в следующем: давление газа в шаре S уравновешивается тяжестью ртутного столба CD. При изменении силы тяжести давление ртути на газ изменяется и происходит перемещение ртути к новому положению равновесия. Чувствительность прибора зависит от отношения площади поверхности ртути в шаре A к площади поперечного сечения копилляра Q.



Закрытый барометр Ломоносова

Стремясь к повышению чувствительности, Ломоносов взял столь малое сечение капилляра (0,56 мм), что трение ртути о стенки должно было мешать ее перемещению. На это тогда же указал Рихман. Позднее в § 79 «Рассуждения о большей точности морского пути» Ломоносов описал другой вариант газового гравиметра, который он назвал закрытым барометром и применял на практике. Количественных характеристик этого прибора Ломоносов не дал. Не сохранилось сведений и о конструкции металлического барометра.

В настоящее время ясно, что в XVIII в. невозможно было построить приборы такой чувствительности, которая позволила бы зарегистрировать изменения в направлении и напряжении силы тяжести под действием вариаций лунно-солнечного притяжения. И на этот раз Ломоносов забежал на много десятков лет вперед. Замысел исследования,

---

[1] В. Я. Билык. Универсальный барометр Ломоносова. Сб. «Ломоносов», т. IV, М.—Л., 1960, стр. 41—69.

применение предложенных им приборов и методов оказалось по плечу лишь XX в.

Вариации силы тяжести (точнее вызываемые ими «твердые приливы») под действием луны были впервые обнаружены в 1892—1893 г., астрономом И. Е. Кортацци в Николаеве. В 1909 г. аналогичные наблюдения проводились в Юрьеве, в 1914—1920 гг. в Томске [1].

ФИЗИЧЕСКАЯ ХИМИЯ М. В. ЛОМОНОСОВА

С самого начала своей научной деятельности и до конца жизни Ломоносов проявлял постоянную и настойчивую заботу о подготовке образованных физиков и химиков в России. Получив сам широкое и прекрасное образование за границей во Фрейберге и Марбурге, он чувствовал себя обязанным передать полученные знания молодежи на своей родине, крайне нуждавшейся в подготовленных специалистах, притом — русских по происхождению.

Несомненно, что предпринимая работу над книгой «Элементы математической химии» в 1741 г., Ломоносов имел в виду немедленно начать чтение курса химии студентам Академического университета. В своей «челобитной» на имя царицы, в которой он просил о «пожаловании чином», поданной в начале 1742 г., Ломоносов писал, что проучившись четыре с половиной года за границей «не токмо указанные мне науки принял, но в физике, химии и натуральной гистории горных дел так произошел, что оным других учить и к тому принадлежащие полезные книги с новыми инвенциями писать могу...» [2].

1 сетября 1742 г. Ломоносов объявил свой первый курс публичных лекций, в котором обещал, между прочим, «приватно охотникам наставление давать... в химии и истории натуральной о рудах...» [3]. Однако

[1] Подробнее см. примечания А. И. Андреева и Я. Я. Гаккеля к «Рассуждению о большей точности морского пути» (ПСС, т. IV, 1955, стр. 754—756) и статью А. Е. Медунина «Из истории гравиметрии в России» (Вопросы истории естествознания и техники, вып. 7, 1959, стр. 130—135).

[2] ПСС, т. X, 1957, стр. 326.

[3] Материалы для биографии Ломоносова, собранные Билярским. СПб., 1865, стр. 8 и 9.

этот курс, по-видимому, не состоялся из-за недостатка слушателей. В дальнейшем Ломоносов неоднократно возвращался к идее чтения курса химии и физики. В частности, он мотивировал необходимость учреждения химической лаборатории в Академии наук тем, что он имеет «...усердное и искреннее желание наукою моею пользу отечеству чинить, в химических трудах беспрестанно упражняться и как химической практики, так и теории с присовокуплением физики и натуральной минеральной гистории других того желающих, обучать» [1]. В тех же целях обучения руской молодежи наукам Ломоносов перевел на русский язык и издал в 1746 г. «Вольфианскую экспериментальную физику».

Однако организация и чтение систематического курса лекций по физике и химии долго не удавалась Ломоносову. Между тем в течение нескольких лет он интенсивно разрабатывал и развивал свои первоначальные идеи «корпускулярной философии», которые он намеревался положить в основу своих курсов. В результате этого, постепенно усовершенствовался и план задуманного Ломоносовым курса химии. Вместо «математической химии» Ломоносов уже с 1748 г. говорит о «физической химии». Так, в диссертации «О рождении и природе селитры» (1748—1749) Ломоносов писал: «...мы не сомневаемся, что можно легче распознать скрытую природу тел, если мы соединим физические истины с химическими» [2].

В 1752 г. Ломоносову, наконец, удалось начать чтение своего курса, названного им «истинной физической химией». К этому времени в распоряжении Ломоносова уже имелась химическая лаборатория с налаженными исследованиями, в которой он мог обеспечить, в частности, и демонстрации при чтении курса и практические занятия студентов. К этому же времени у Ломоносова сложились окончательные представления «корпускулярной философии» и связанные с этим объяснения разнообразных явлений. Однако, несмотря на приобретенный исследовательский опыт и несомненные достижения в области развития корпускулярной философии, Ломоносов отнесся к своему курсу исключительно серьезно и тщательно готовился к нему.

[1] ПСС, т. IX, 1955, стр. 10.
[2] ПСС, т. II, 1951, стр. 223.

До нас дошло в окончательно отработанном виде лишь самое начало обширного курса физической химии, озаглавленное: «Введение в истинную физическую химию». Курс этот читался студентам Академического университета в течение 1752—1754 гг. Работе Ломоносова над текстом «Введения в истинную физическую химию» предшествовало составление планов и конспектов курса. Из этих предварительных материалов к курсу видно, что задуманный Ломоносовым курс должен был состоять из трех больших частей: «I. Введение. II. Физической химии часть опытная и III. Физической химии часть теоретическая». «Введение» посвящалось изложению общих вопросов химии, необходимых для усвоения учащимися дальнейшего материала курса. Часть вторая опытная включает фактический опытный материал химии, описывает химические операции с веществами, принадлежащими к различным классам, в соответствии с принятой в то время классификацией веществ: тела соляные, смешанные-воспламеняющиеся, соки, металлы, полуметаллы, земли и камни. Наиболее интересным является план части третьей курса: «Физической химии часть теоретическая». Основное внимание здесь уделяется вопросам о свойствах и изменениях смешанных тел (т. е. химических соединений и растворов), изложению атомно-молекулярного учения и рассмотрению на его основе теоретических вопросов химии, в частности объяснению изменений веществ, принадлежащих к различным классам при химических операциях [1].

Одновременно с подготовкой к составлению подробного учебника физической химии в трех книгах, Ломоносов задумал написать сравнительно небольшое по объему учебное пособие, план которого также сохранился («Конспект небольшой работы») [2]. Это учебное пособие, как и основной курс, должно было состоять из трех частей: «Введения», «Физической химии том первый, содержащий экспериментальную химию» и «Физической химии том второй, содержащий теоретическую химию». «Введение» включает 10 глав и начинается с главы «О химии

[1] ПСС, т. II, 1951, стр. 439—449.

[2] Там же, стр. 449—453.

и ее назначении». Характерно, что при рассмотрении общих вопросов во «Введении», например «О частных качествах», «О телах, подлежащих химической обработке; что такое однородные и т. д.», «О приложении физических опытов к химии» и т. д., Ломоносов считает необходимым отвести особую главу (9) «О необходимости избегать двусмысленностей и неясности и о методе изложения физической химии» [1]. Очевидно, он в этой главе был намерен специально рассмотреть проблемы, связанные с противоречиями «новой», основанной им химии со старыми традиционными учениями, фигурирующими в современных ему учебных пособиях.

Том I-й, «содержащий экспериментальную химию», состоит из семи частей, рассматривающих растительные, животные вещества и их смеси, затем — минеральные вещества, их смеси с растительными и животными веществами и, наконец, «смешения трех царств природы». Том II-й, «содержащий теоретическую химию», состит из 9 частей. Это — наиболее интересная часть работы. Здесь содержатся части, посвященные качествам и изменениям смешанных тел, атомно-молекулярному учению и «теории» различных классов веществ. Кроме этого, сохранился довольно подробный конспект введения к книге, озаглавленной «Опыт физической химии, составленный для учащейся молодежи» Конспекту предшествуют два замечания Ломоносова: «1) Экспериментальная химия будет состоять в операциях с добавлением прямых и непосредственных из них выводов. 2) Теоретическая будет целиком заключаться в выяснении качеств и явлений» [2].

«Введение» к книге открывается формулировками задач химии: «Изучение химии имеет двоякую цель: одна — усовершенствование естественных наук, другая — умножение жизненных благ. Последняя цель, к которой с большими денежными затратами и с огромным трудом стремились во все времена, особенно же в настоящем и предыдущем веках, достигла хороших успехов; первая же намеченная только несколькими любознательными людьми, почти что не обогатила философ-

---

[1] ПСС, т. II, 1951, стр. 457.

[2] Там же.

ского познания природы» [1]. Разъясняя далее причины отсталости «философского познания природы», Ломоносов указывает, что «бесчисленное количество» всевозможных фактов из области химии само по себе еще недостаточно для дальнейшего прогресса. «Ясное же познание — пишет он — всего этого — самый верный путь к дальнейшему развитию и усовершенствованию того самого, к чему они (т. е. химики-практики.— *Н. Ф.*) так энергично стремятся,— осталось в пренебрежении, как менее плодотворное. Впрочем, были и в этом столетии ученые, приступившие к этому тяжкому делу и производившие похвальную попытку проложить дорогу во внутренние тайники тел и зажечь свет среди этой темной ночи; но обманутые в своих ожиданиях, они и у других, казалось, отняли почти всякую надежду на успех. Но в великих делах даже попытка была для них не бесславной. И мы не осмелились бы приступить к этому, если бы сначала не считали возможным, размышлением преодолев все препятствия, руководствуясь строгим геометрическим методом и пользуясь указаниями бесчисленных явлений, миновать, наконец, все изгибы и проложить тропу к великому свету новой здравой философии» [2]. Отсюда видно, какое значение придавал Ломоносов теоретическим обобщениям в своем курсе.

Дальнейшее содержание конспекта «Введения» в общем соответствует программам первоначальных планов курса физической химии. Ломоносов намечает рассмотрение в курсе качеств тел, средств и способов их исследования, перечисляя главнейшие химические операции, фигурирующие во всех основных учебниках химии того времени. Переходя к разделу «Тела» Ломоносов перечисляет классы тел: солевые, органические и минеральные кислоты, так называемые «серные» тела, т. е. горючие минеральные растительные и животные продукты, масла, соки, металлы, камни и земли. Очень подробно в конспекте разработан раздел «Химические операции».

Особый интерес представляет раздел «Физические опыты». Здесь перечисляются методы исследований удельных весов различных тел,

---

[1] ПСС, т. II, 1951, стр. 459.
[2] Там же, стр. 459—461.

их сцепления, фигуры кристаллов, микроскопические наблюдения, опыты при высоких давлениях (в папиновой машине), приемы термометрии и пирометрии, определения рефракции жидких тел и, что особенно интересно, исследование скоростей процессов: плавления, кипения, замерзания, кристаллизации, растворения, извлечения, амальгамирования, возгонки дестилляции, горения. Далее, между прочим, приводится список учебников химии, которые очевидно служили для Ломоносова основными источниками для написания и чтения курса физической химии. Наконец, отметим, что, перечисляя различные инструменты и приборы для намечаемых демонстраций и практических занятий студентов, Ломоносов называет в частности «точило твердое с придавкою для исследования твердости камней разных и стекол», «инструмент для исследования вязкости» жидкостей по числу капель и другие приборы.

Таким образом, прежде чем Ломоносов приступил к курсу физической химии, он очень тщательно подготовился к нему. К работе над курсом Ломоносов приступил в начале 1752 г. К этому же времени, повидимому, следует отнести и возникновение у Ломоносова мысли назвать свой курс «Физическая химия». В более ранних диссертациях, как уже говорилось выше, Ломоносов неоднократно высказывался в пользу соединения физики и химии для более глубокого изучения веществ, их свойств и химических изменений.

Название «Физическая химия» для обозначения области химии, изучающей не только фактическую сторону химических явлений, но, главное, теоретически объясняющей химические явления и процессы, было введено Ломоносовым впервые в истории науки. Конечно, и до Ломоносова в научной литературе сочетание слов «физика и химия», например «физико-химия», иногда применялось для характеристики отдельных исследований, например, у Кункеля (1630—1702) [1]. Но это сочетание слов никем до Ломоносова не относилось к целой области знания, к названию науки. Только через несколько лет после появления этого названия в лаборатории Ломоносова и, несомненно, по примеру Ломоно-

[1] J. Kunckel. Collegium physico-chymicum experimentale, oder Laboratorium chymicum. Hamburg, 1716.

сова, известный шведский химик И. Г. Валлериус выпустил в 1759 г. учебник химии, названный им «физико-химия» [1].

Однако не только само название курса «Физическая химия» должно быть отмечено в качестве главной заслуги Ломоносова перед наукой. Ломоносову принадлежит и первое в истории химии определение предмета физической химии, как науки, полное глубокого смысла. «Физическая химия,— писал Ломоносов,— есть наука, объясняющая на основании положений и опытов физики то, что происходит в смешанных телах при химических операциях. Она может быть названа также химической философией, но в совершенно другом смысле, чем та мистическая философия, где не только скрыты объяснения, но и самые операции производятся тайным образом» [2]. Ломоносов разъясняет далее, что он решил включить в свой курс «только то, что содействует научному объяснению смешения тел». Этим он еще раз подчеркивает теоретическую направленность курса. Все, относящееся к вопросам технической химии, Ломоносов предлагает включить в особый курс технической химии.

«Введение в истинную физическую химию», как уже говорилось, представляет собой вводную книгу к трехтомному труду «Физическая химия». Эта вводная часть курса осталась незаконченной. Она разделена на ряд глав: 1) «О физической химии и ее назначении»; 2) «О частных качествах смешанных тел»; 3) «О средствах, которыми изменяются смешанные тела»; 4) «О химических операциях»; 5) «О родах смешанных тел»; 6) «О химической лаборатории и посуде». Все шесть глав включают 137 параграфов. Кроме того, сохранились фрагменты главы 9 «Введения», озаглавленной «О способах изложения физической химии», состоящие из пяти параграфов. Шестой параграф обрывается на первой фразе.

Мы не имеем возможности дать здесь сколько-нибудь подробную характеристику содержания «Введения в истинную физическую химию». Этот замечательный труд Ломоносова пронизан идеями атомно-молеку-

---

[1] J. G. Wallerius. Chemia physica. Stockholm, 1759; немецк. перевод: Physische Chemie, 1780.

[2] ПСС, т. II, 1951, стр. 483.

лярного учения и «корпускулярной философии». Несмотря на то, что в соответствии с намеченными планами Ломоносов намеревался изложить свою корпускулярную теорию лишь в книге III курса физической химии, уже во «введении» приводятся многие важнейшие положения «корпускулярной философии». Замечательно, например, объяснение Ломоносовым причин химических изменений веществ. «Смешанные тела,— пишет Ломоносов,— изменяются от прибавления или потери одной или нескольких составляющих. При этом необходимо, чтобы каждая корпускула смешанного тела приобрела или потеряла одну или несколько корпускул составляющих. А это не может произойти без изменения связи частиц...» [1]. «Введение» содержит множество важных определений различных химических понятий. Так в § 5—7 определяются понятия «смешанное тело», «составляющие», «начало», «частицы начала» и др. В § 54—107 приведены определения разнообразных химических операций, а в § 110—130 — характеристики разнообразных классов веществ и отдельных веществ. Весьма интересная классификация и характеристика органических и неорганических веществ дана в § 108 [2].

Таким образом, «Введение в истинную физическую химию» представляет собой весьма обстоятельный труд, содержащий изложение основных вводных положений теоретической (физической) химии, предназначенный для учащихся, приступающих к глубокому изучению химии. Автор «Введения» выступает здесь как подлинный новатор науки, убежденный материалист и противник всякой мистики и фантазии. В особенности следует отметить стремление Ломоносова, пронизывающее все изложение, к объяснению механизма химических превращений. Он убежден, что атомно-молекулярное учение представляет собой прочную научную основу для такого рода объяснений и исследований. Чрезвычайно важно, что, поставив перед химией новые задачи изучения истинных причин химических явлений, Ломоносов считает, что одно это дает ему право назвать физическую химию наукой. В § 3 содержится весьма важное с научной и философской точек зрения положение,

---

[1] ПСС, т. II, 1951, стр. 505.

[2] Там же, стр. 553.

посвященное вопросу о принадлежности физической химии к числу наук [1].

По-видимому, также в процессе подготовки к чтению курса физической химии Ломоносов начал писать часть II своего курса — «Экспериментальную химию». Сохранившиеся фрагменты этой части труда озаглавлены: «Опыт физической химии, часть первая эмпирическая» [2]. Как видно из заглавия, предшествующего тексту, Ломоносов был намерен написать в качестве книги первой этого труда целое исследование — «физико-химическое исследование солей». Глава первая книги посвящена опытам и наблюдениям над растворами солей. Таким образом, мы видим из этой главы, что Ломоносов действительно намеревался написать учебник физической химии в современном нам понимании этого названия. В этой главе, состоящей из десяти параграфов, изложены в не вполне развернутом виде общие сведения о растворении солей в воде и различных явлениях, связанных с этими процессами.

Исключительный интерес представляет беглое перечисление Ломоносовым в § 2 вопросов, которые он намеревался рассмотреть в связи с исследованиями явлений растворения. Здесь поставлены, например, вопросы о растворимости солей в воде, об удельном весе растворов, об изменении объема раствора по сравнению с суммой объемов растворителя и растворяемого тела, о тепловых эффектах растворения, о точках кипения и замерзания растворов, о капиллярных свойствах растворов и т. д. Подобные же вопросы, относящиеся к явлениям кристаллизации, приведены Ломоносовым в § 4. Один из параграфов (9) посвящен химической характеристике растворов и солей в растворенном состоянии и т. д. По-видимому, изложение Ломоносова в данном случае представляет лишь конспект.

После беглого конспекта первой книги этого труда, приводится самое начало конспекта второй книги — «О физико-химических исследованиях солей». Здесь лишь один законченный и один незаконченный параграф. Оба они посвящены перечню вопросов, подлежащих выяснению при изучении явлений растворения.

[1] ПСС, т. II, 1951, стр. 485.

[2] Там же, стр. 579.

Таким образом, в «Опыте физической химии, часть первая эмпирическая» речь идет о чисто физико-химических проблемах, которые разрабатывались, начиная со времени Ломоносова, в течение двухсот лет и в настоящее время продолжают исследоваться учеными. Как известно, учение о растворах особенно интенсивно разрабатывалось во второй половине XIX в., т. е. более чем через 100 лет после Ломоносова, причем многие вопросы, поставленные великим русским ученым, оказались центральными и их решение вновь возродило интерес к физико-химическим проблемам и привело к возрождению физической химии.

Заслуга Ломоносова как основателя физической химии не исчерпывается его учебной работой и составлением планов и конспектов курса и глав «Введения в истинную физическую химию». Еще за 10 лет до работ над планами физической химии Ломоносовым было выполнено весьма интересное экспериментальное исследование чисто физико-химического характера, изложенное затем в диссертации «О действии химических растворителей вообще». В этой диссертации, как мы видели, Ломоносов пытался выяснить механизм растворения металлов в кислотах и солей в воде. Он отчетливо видел различия этих процессов, в особенности по тепловым эффектам. Им были изучены также газы (окислы азота), выделяющиеся при растворении меди в азотной кислоте. В этом отношении Ломоносов с полным правом принадлежит к числу пионеров пневматической химии. Впрочем, почти все теоретические диссертации Ломоносова в той или иной степени посвящены различным важным проблемам физической химии. Ломоносову принадлежит также заслуга составления первых физико-химических таблиц, в которые он включил собственные экспериментальные данные о растворимости при разных температурах, замерзании растворов и др.

Физическая химия возродилась и получила блестящее развитие более чем через 100 лет после того, как Ломоносов дал ей название и определил ее предмет и содержание. Ломоносов же первый начал систематическую разработку важнейших ее разделов, прежде всего учения о растворах, учения о теплоте (термодинамику), учения об агрегатных состояниях. Ломоносов привлек для изучения химических явлений и процессов многие методы исследования, в частности свои собственные.



Титульные листы первых томов десяти Собраний сочинений М. В. Ломоносова

Он предложил новые приборы для изучения сцепления, вязкости, твердости и других свойств тел. Гений великого русского ученого увидел за много десятилетий вперед одну из актуальнейших областей науки, которая, как писал Ломоносов в своем «Слове о пользе химии», должна была сделаться «первой предводительницей» в раскрытии тайн природы, в объяснении свойств веществ, различных химических явлений и процессов с точки зрения атомно-молекулярного учения.

Основание физической химии — бессмертная заслуга Ломоносова перед наукой и человечеством.

В многообразном творчестве Ломоносова физика и химия занимают выдающееся место. Это были его любимые науки. В них гений его проявился особенно плодотворными идеями, значительно опередившими науку XVIII в. В то же время именно в физике и химии искал он опору для создания материалистической натурфилософской системы мира, объясняющей мир из него самого. Будучи убежденным в простоте и единстве физического мира, он стремился связать физику с геофизикой, геофизику с астрофизикой. Для Ломоносова открытие атмосферы на Венере не случайное наблюдение, а результат сознательного стремления изучать небесные тела с физической точки зрения. Мечтая о дальнейших успехах в этом направлении, он придумывал названия для гор на Венере...

Прошло 200 лет, и имя самого Ломоносова оказалось навеки вписанным в «лунографию» обратной стороны нашего естественного спутника, впервые сфотографированной с советского космического корабля. И это вполне закономерно: советская наука — наследница русского естествознания, основанного гением великого Ломоносова.



ПРИМЕЧАНИЯ



1

ЭЛЕМЕНТЫ МАТЕМАТИЧЕСКОЙ ХИМИИ

Печатается по тексту Полного собрания сочинений М. В. Ломоносова, М.— Л., Изд-во АН СССР, т. 1, 1950, стр. 65—83.

Работа написана Ломоносовым на латинском языке под заглавием «Elementa chimiae mathematicae» с сентября по декабрь 1741 г. Оригинальный текст был впервые напечатан в Собрании сочинений Ломоносова (Л., Изд-во АН СССР, т. VI, 1934, стр. 1—6). Русский перевод, сделанный Б. Н. Меншуткиным, впервые опубликован в его книге «М. В. Ломоносов как физико-химик. К истории химии в России», СПб., 1904 (отдельный оттиск из «Известий С-Петербургского политехнического института за 1904 г.», т. I, стр. 6—10).

В Архиве Академии наук СССР сохранилась рукопись этой работы Ломоносова на латинском языке (Архив АН СССР, ф. 20, оп. 1, № 37, л. 302—308)

Статья является введением в большой труд, задуманный Ломоносовым еще во время пребывания в Германии. В письме из Марбурга в Петербургскую Академию наук от 5(16) ноября 1740 г. М. В. Ломоносов сообщал: «В настоящее время я живу инкогнито в Марбурге у своих друзей и упражняюсь в алгебре, намереваясь применить ее к химии и теоретической физике» (ПСС, т. 10, 1957, стр. 426, 430).

По-видимому, Ломоносов намеревался написать курс теоретической химии на основе атомно-молекулярной теории, последователем которой он сделался еще в годы учения в Германии. Название «математическая химия» избрано им, исходя из намерения изложить в курсе элементарные сведения о веществах и основных химических явлениях и процессах с применением математического метода.

Эта грандиозная новаторская задача, не имевшая примера в химической литературе XVIII в., осталась не выполненной, так как к середине XVIII в. в химии

не было еще установлено ни одной количественной зависимости, которая могла бы быть выражена математически. Впоследствии Ломоносов, отнюдь не отказавшийся от выполнения поставленной задачи — создания курса теоретической химии,— назвал этот курс «физической химией». Такое название вполне соответствовало содержанию курса, как это очевидно из сохранившихся конспектов и планов курсов, читавшихся Ломоносовым (ПСС, т. 2, 1951, стр 439—593).

В конце рукописи «Элементы математической химии» Ломоносов привел набросок плана дальнейших разделов курса. Помимо «Введения», он предполагал написать «Общую часть» курса, которая должна была состоять из двух книг: 1) «О том, что существует» и 2) «О том, что совершается». Далее, им планировалась «Специальная часть» курса «О составном теле в частности». Этот план носил лишь сугубо предварительный характер. Впрочем, многие вопросы, перечисленные в плане «Книги первой», Ломоносов впоследствии более или менее подробно разработал в своих диссертациях.

«Введение» в «Элементы математической химии» представляет большой самостоятельный интерес. Здесь даны основные определения химии и ее разделов, изложены задачи исследователя, выражены важные материалистические положения о веществе и движении. В конце «Введения» четко сформулированы положения атомно-молекулярной теории.

Историко-научное значение «Элементов математической химии» весьма велико. Многие мысли Ломоносова, развитые в этой работе, стали общепринятыми лишь 50 и даже 100 лет спустя.

[1] *Химия — наука об изменениях...* — определение предмета химии, данное Ломоносовым, совершенно необычно для первой половины XVIII в. В основных учебниках этого периода химия определяется как искусство (см., например, Herm. Boerhaave «Elementa Chemiae». Lipsiae, 1732, t. 1, стр. 37; «Cours de chymie» par M. Nicolas Lemery. Paris, 1713 (изд. 10), стр. 2. Таким образом М. В. Ломоносов оказался пионером исторически весьма важной реформы в химии.

[2] *Смешанное тело* (corpus mixtum) — этим термином в XVII и в начале XVIII в. обозначали сложное вещество и прежде всего — химическое соединение. Однако к «смешанным телам» относили и растворы, а также другие, например лекарственные, смеси. Ломоносов употребляет здесь термин «смешанное тело» в смысле химического соединения. В этом же смысле употреблял это название и Р. Бойль.

[3] *Элементы арифметики* — речь идет здесь о первом разделе «Elementa arithmeticae» пятитомного труда Хр. Вольфа «Элементы всеобщей математики» Chr. Wolf. Elementa matheseos universae). Первые два тома этого сочинения Хр. Вольфа вышли в свет в 1713—1715 гг. в Галле, затем там же в 1730—1741 гг. были изданы все пять томов. В 1732 г. этот труд начали печатать в Женеве, а в 1743—1752 гг. вышло второе пятитомное женевское издание. В рапорте

ELEMENTA
MATHESEOS
UNIVERSAE.

TOMUS I.

QUI
COMMENTATIONEM
DE
METHODO MATHEMATICA,
ARITHMETICAM, GEOMETRIAM,
TRIGONOMETRIAM PLANAM, ET ANALYSIN
TAM FINITORUM, QUAM INFINITORUM,
COMPLECTITUR.

AUTORE
CHRISTIANO WOLFIO,
CONSILIARIO AULICO HASSIACO, MATHEMATUM ET
PHILOSOPHIÆ IN ACADEMIA MARBURGENSI PROFESSORE
PRIMARIO, PROFESSORE PETROPOLITANO HONORARIO, SOCIETATUM
REGIARUM BRITANNICÆ, ATQUE BORUSSICÆ
SODALI.

EDITIO NOVA
PRIORI MULTO AUCTIOR ET CORRECTIOR.

HALÆ MAGDEBURGICÆ, ANNO MDCCXXX
PROSTAT IN OFFICINA LIBRARIA RENGERIANA.

Титульный лист труда Хр. Вольфа «Элементы всеобщей математики»

в Академию наук в Петербурге от 15 (4) октября 1738 г. М. В. Ломоносов перечисляет купленные им книги и в том числе: Wolfii. Elementa Matheseos, 3 tomi. Cenevae, 1732, 33, 35; tomus quartus, Halae Magdeburgicae, 1738» (см. А. Куник. Сб. материалов для истории имп. Академии наук в XVIII в. СПб., 1865, ч. I, стр. 131).

[4] *Знаменитый В.* — Ломоносов ссылается здесь на Хр. Вольфа и его книгу «Начальная философия, или онтология, изложенная научным методом, содержащая основы всякого человеческого познания» (Chr. Wolf. Philosophia prima sive ontologia methodo scientifica pertractata, qua omnis cognitionis humanae principia contineatur). Второе издание этой книги (Francfurti et Lipsiae, 1735) имелось у Ломоносова (см. А. Куник, ч. I, стр. 131). В § 667 этой книги говорится, что в сложном теле всякое изменение происходит благодаря движению (ПСС, т. 1, стр. 546).

[5] *Спагирическая наука* — одно из названий, принятых в XVI в. для обозначения алхимии, а в дальнейшем и химии. Спагирия — искусство разделения и соединения веществ (от σπαω — извлекаю, 'αγείρω — собираю).

[6] *Онтология* — здесь Ломоносов ссылается на книгу Х. Вольфа «Начальная философия, или онтология» (см. примечание 4 к этой работе).

[7] *Элемент* — как следует из определения Ломоносова, он употребляет этот термин, вслед за Р. Бойлем, вместо названия «атом». Слово «атом» Ломоносов вообще употреблял редко (см., например, ПСС, т. 1, 1950, стр. 20—21). В химической литературе со времен Александрийской Академии (II в. до н. э.— V в.) под элементом понимали наименьшую составную часть тела, как это следует из названия. Наиболее вероятное происхождение названия «элемент» связано с древним изречением: «Как слова состоят из букв, например l, m, n, . . . t, так, и тела из эль, эм, эн, т'ов».

[8] *Корпускула* (corpuscula) — уменьшительное от слова corpus — тело. Это название было вытеснено впоследствии термином «молекула».

[9] *Начало* — Ломоносов употребляет это древнерусское слово для обозначения «простого вещества (тела)». Термин «начало» (principium) применялся в старой литературе (в том числе и древнерусской) наряду с терминами «стихия», «элемент» и другими для обозначения элементов — качеств Аристотеля и трех «начал» алхимиков.

[10] *Составное тело* — здесь речь идет, очевидно, о тесных механических смесях (в отличие от «смешанного тела»).

2

О ДЕЙСТВИИ ХИМИЧЕСКИХ РАСТВОРИТЕЛЕЙ ВООБЩЕ

Печатается по тексту Полного собрания сочинений М. В. Ломоносова. М.—Л., Изд-во АН СССР, т. 1, 1950, стр. 337—383, в переводе с латинского Б. Н. Меншуткина.

Латинский текст, озаглавленный «Dissertatio de actione menstruorum chymicorum in genere», впервые опубликован в «Novi Commentarii Academiae scientiarum imperialis Petropolitanae», т. I. СПб., 1750, стр. 245—266. Русский перевод был напечатан Б. Н. Меншуткиным в его книге «Труды М. В. Ломоносова по физике и химии» (М. — Л., Изд-во АН СССР, 1936, стр. 262—275).

В Архиве Академии наук СССР сохранилась рукописная не авторизованная копия этой работы под названием Dissertatio chymico-physica de actione menstruorum in corpora solvenda» — Химико-физическая диссертация о действии растворителей на растворяемые вещества (Архив АН СССР, ф. 20, оп. 3, № 39, л. 11 об. — 18).

«Диссертация о действии химических растворителей вообще» написана Ломоносовым в 1743 г. до 30 мая. 31 мая 1743 г. Ломоносов представил ее в Академическое собрание, но затем, 17 февраля 1744 г., он взял обратно эту еще не прочитанную профессорами работу для внесения некоторых изменений (Протоколы Конференции, т. II, стр. 7). 7 декабря 1744 г. Ломоносов снова представил в Академическое собрание переделанную диссертацию (Протоколы Конференции, т. II, стр. 43). 22 марта 1745 г. он начал читать ее в Собрании, где было решено, что Ломоносов публично повторит эксперименты, на которые ссылается (Протоколы Конференции, т. II, стр. 53—54). Демонстрация экспериментов была произведена Ломоносовым в Академическом собрании 29 марта и 22 апреля 1745 г. (Протоколы Конференции, т. II, стр. 53—56), 22 апреля Ломоносов и закончил чтение своей диссертации.

По-видимому, перед сдачей в печать этой работы М. В. Ломоносов еще раз просмотрел рукопись и внес в нее некоторые изменения. Он представил ее в журнал «Commentarii Academiae imperialis scientiarum Petropolitanae» вместе с работой «Физические размышления о причинах тепла и холода» 7 июля 1747 г. В тот же день Канцелярия Академии наук решила, «пиесы профессоров Ломоносова и Рихмана списавши, послать к почетным Академии членам Эйлеру, Бернулию и к другим, какое об оных мнение дадут и можно ли оные напечатать, ибо о сем деле из здешних профессоров ни один основательно рассудить довольно не в состоянии» (Архив АН СССР, ф. 3, оп. 1, № 456, л. 39—39 об.).

Обе диссертации Ломоносова были посланы Леонарду Эйлеру в Берлин. 18 ноября 1747 г. Эйлер сообщал президенту Академии наук К. Г. Разумовскому, что начал их читать и вскоре вышлет отзыв, «высказав о них мнение с полной уверенностью» (Архив АН СССР, ф. 136, оп. 2, № 31, л. 1 об.).

21 ноября 1747 г. возвращая эти работы К. Г. Разумовскому, Л. Эйлер писал: «Рассмотрев согласно распоряжениям Вашего превосходительства работы г.г. Рихмана и Ломоносова, я высказал мое мнение о них на прилагаемом листе. Я чрезвычайно восхищен, что эти диссертации по большей части столь превосходны, что Комментарии императорской Академии станут многим более значительны и интересны, чем труды других академий» (Архив АН СССР, ф. 136, оп. 2, № 4, л. 1). В отзыве Эйлера о диссертациях М. В. Ломоносова было сказано: «Все сии сочинения не токмо хороши, но и превосходны, ибо он изъясняет физические и химические материи самые нужные и трудные, кои совсем неизвестны и невозможны были к истолкованию самым остроумным ученым людям с таким основательством, что я совсем уверен о точности его доказательств. При сем случае я должен отдать справедливость г. Ломоносову, что он одарован самым счастливым остроумием для объяснения явлений физических и химических. Желать надобно, чтобы все прочие Академии были в состоянии показать такие изобретения, которые показал г. Ломоносов» (Архив АН СССР, ф. 136, оп. 2, № 4, л. 1; ф. 20, оп. 3, № 134, л. 49—52 об., 60—63; ПСС, т. 10, 1957, стр. 572—573).

Сохранилась и собственноручная запись Л. Эйлера в его черновой тетради, относящаяся к диссертациям Ломоносова, обнаруженная Л. С. Минченко в фонде Л. Эйлера в Архиве АН СССР (Архив АН СССР, ф. 136, оп. 1, № 134, л. 372; Л. С. Минченко. Неизвестная запись Эйлера о работах Ломоносова. В сб.: «Ломоносов». М.— Л., Изд-во АН СССР, 1960, т. IV, стр. 321—325).

В Академическом собрании 28 ноября 1748 г. были перечислены уже рассмотренные и одобренные профессорами статьи для опубликования в первом томе «Новых комментариев имп. Академии наук», в том числе и статья Ломоносова «Диссертация о действии химических растворителей вообще» (Протоколы Конференции, т. II, стр. 185—187). Том I «Новых комментариев» вышел в свет в 1750 г.

Впоследствии Ломоносов в составленном им в 1764 г. «Обзоре важнейших открытий, которыми постарался обогатить естественные науки Михайло Ломоносов» писал: «Основанная на химических опытах и физических началах теория растворов есть первый пример и образец для основания истинной физической химии, особенно потому, что явления объясняются по твердым законам механики, а не по жалким основаниям притяжения» (ПСС, т. 10, 1957, стр. 405—409).

Вскоре после выхода первого тома «Новых комментариев» в иностранной печати появилось несколько отзывов об опубликованных в этом томе диссертациях Ломоносова, большей частью критических. Впрочем, критика относилась глав-

Запись Эйлера о работах Ломоносова «О действии химических растворителей вообще» и «Физические размышления о причине теплоты и холода»

ным образом к взглядам Ломоносова, изложенным в его диссертации «Размышления о причине теплоты и холода» (см. об этом в общем примечании к работе 4 и «Размышления о причине теплоты и холода»).

В 1751 г. в «Nouvelle bibliothéque germanique» (т. VIII, 1751, стр. 242) было изложено содержание «Диссертации о действии химических растворителей вообще» Ломоносова с одобрительной оценкой. Через 8 лет шведский профессор-химик И. Г. Валлериус (1709—1785) — почетный член Петербургской Академии наук (с 1776 г.) — опубликовал том I «Физической химии» (книга эта вышла в 1759 г. на шведском языке, а в 1761 г. была издана на латинском языке под заглавием «Physische Chemie»). В этой книге рассматривалась ломоносовская теория растворения, причем автор критиковал односторонний механический подход Ломоносова к объяснению явления растворения.

«Диссертация о действии химических растворителей вообще» излагает чисто механические представления автора о процессах растворения. Эти представления были более прогрессивными по сравнению с обычными для середины XVIII в. объяснениями подобных явлений при помощи неких мистических «сил». Ломоносов пытается в своей «Диссертации» развить теорию растворения с позиций химика-атомиста, принужденного, однако, за недостатком фактов прибегать к концепции о наличии в твердых и жидких телах тончайших пор, содержащих поглощенный воздух и доступных для взаимного проникновения частиц взаимодействующих веществ.

Ломоносов, как и его современники, не знал, что при растворении металлов в кислотах выделяется водород. Поэтому, наблюдая бурное выделение газа при растворении и принимая этот газ за обычный воздух, он говорит о «возрожденной упругости воздуха», содержащегося в порах тел до растворения в особом состоянии, характеризующемся отсутствием упругости. Впрочем, в диссертации «О металлическом блеске» Ломоносов говорит о «горючих парах», вырывающихся из отверстия склянки при растворении железа в кислоте. Эти «горючие пары» он считает флогистоном (ПСС, т. 1, 1950, стр. 399).

Обращает на себя внимание тонкая наблюдательность автора «Диссертации», заметившего при экспериментировании явления, либо вовсе не известные науке того времени, либо игнорировавшиеся исследователями. В § 13 говорится, например, о различии механизма растворения металлов в кислотах и солей в воде. В § 34 отмечается различие действия на металлы крепких и слабых кислот и т. д. Процесс растворения он считает безусловно химическим процессом и находит нужным отразить это в самом заглавии работы («О действии *химических* растворителей»).

В § 45 «Диссертации» содержится формулировка закона сохранения движения. Это первая по времени формулировка закона сохранения в работах Ломоносова, который в дальнейшем пришел к «всеобщему закону» сохранения материи и движения (см. работу № 6 «Письмо к Леонарду Эйлеру от 5 июля 1748 г.»).

«Диссертация о действии химических растворителей вообще» явилась важным этапом в формировании научных взглядов Ломоносова. Отдельные развитые в ней положения вошли впоследствии в «Курс физической химии».

[1] § 3. *Обычно те, кто говорят о причинах растворений, утверждают, что все растворители входят в поры растворяемых тел...* — Ломоносов говорит здесь о широко распространенных в XVII и первой половине XVIII в. представлениях о механизме растворения. Считалось, что растворение происходит вследствие проникновения частиц растворителя в тончайшие поры растворяемого тела и постепенного отрыва частичек растворяемого вещества. С этой точкой зрения согласен и сам Ломоносов, однако он считает неудовлетворительными объяснения этих явлений какими-то неопределенными «силами». Произвольным он считает также и допущение «клиньев и крючков» у частиц растворителя, облегчающих вхождение их в поры растворяемого тела и отрыв частиц от последнего. Известно, например, что Лемери (1645—1715) в своем многократно переиздававшемся курсе химии (Cours de Chymie par N. Lemery, 10 Ed. Paris, 1713, p. 22—23) утверждал, что будто бы частицы кислот имеют форму острых тонких иголок. Чем тоньше такие частицы-иглы, тем легче они проходят в поры растворяемого тела и лучше растворяют. По мнению Лемери, частицы различных кислот представляют собой иглы разной толщины и этим объясняется различное растворяющее действие кислот (подробнее об этом см., например, П. И. Вальден. Теории растворов в их исторической последовательности. Л., 1921, стр. 24 и далее).

[2] § 4. *Один и тот же растворитель не может действовать на любое тело... Это обыкновенно пытаются объяснить при помощи различий в величине и фигуре пор...* — во времена Ломоносова возможность проникновения частиц растворителя в поры растворяемого тела объясняли обычно соответствием формы пор растворяемого тела «фигуре» частиц растворителя. Еще П. Гассенди (1592—1655) утверждал, что частицы растворяемых тел заполняют все доступные для них поры растворителя, например воды, вплоть до насыщения. Так, при растворении частиц поваренной соли кубической формы они заполняют все соответствующие поры воды. Однако после наступления насыщения в воде еще остаются поры другой формы, почему она оказывается способной растворять дополнительно другие соли (П. И. Вальден. Теории растворов в их исторической последовательности. Л., 1921, стр. 24).

[3] *селитряный спирт* — азотная кислота, обычно дымящая (в отличие от обычной «селитряной водки»).

[4] *соляной спирт* — соляная кислота.

[5] *субтилизируется* — т. е. утончается. Речь идет о возможности уменьшения частиц азотной кислоты при добавлении к ней соляной.

[6] § 8. *Водные спирты* — в XVII и XVIII вв. различали три рода водных спиртов: горючие (винный спирт, эфир, или эфирный спирт), кислые (минеральные и органические кислоты и другие кислые жидкости, например, дымящийся спирт Либавия — $SnCl_4$) и щелочные (нашатырный спирт и др.). Название «спирт» обычно применялось к жидкостям, получаемым в результате перегонки различных смесей.

[7] § 9. *Низкие металлы* — так еще в XV—XVI вв. называли иногда металлы, не обладающие ковкостью и металлическим блеском (сурьма, висмут, цинк, мышьяк, кобальт). Алхимики, исходя из веры в трансмутацию металлов, делили их на две группы: совершенные и несовершенные, или «полуметаллы». Полуметаллы считались «несозревшими» до «истинных», или совершенных, металлов и поэтому назывались «низкими», или «подлыми». Парацельс называл эти металлы «выродками» металлов.

[8] *горючая материя* — русское название флогистона. Понятие «горючая материя» отличалось от понятия «огненная материя» (теплород), употреблявшегося, например, Бойлем. Интересно, что Ломоносов принимал за флогистон «горючий пар», выделяющийся при действии кислоты на железо, т. е. водород (ПСС, т. 5, 1954, стр. 399, § 12).

[9] *Купель,* или капель (капелля, пепельный горшочек), — пористый сосуд, применяемый в пробирном анализе при *купелляции* серебра и золота. Купель делали в XVIII в. из смеси порошков древесной золы, пережженных костей и небольшого количества глины. Смесь замешивали на воде в тесто, из которого и формировали купели. При прокаливании в таких купелях сплава серебряной руды со свинцом последний окислялся. Окислы свинца (остекловавшийся сви-

нец) растворяли в себе примеси к серебру (в виде окислов) и постепенно впитывались пористыми стенками купели. Чистое серебро после операции оставалось в виде капли (королька) на дне сосуда. Купелляция описана Ломоносовым в «Первых основаниях металлургии» (ПСС, т. 5, 1954, стр. 477—478, § 106—107).

[10] § 11. *число химических элементов* — здесь Ломоносов высказывает исключительно важную с историко-научной точки зрения мысль о числе химических элементов и их химической природе. Ясно, что он предполагает открытие новых элементов. По-видимому, проблема числа химических элементов поставлена Ломоносовым впервые в истории науки.

[11] § 13. *Кислотные спирты при растворении металла нагреваются* — тепловому эффекту при растворении металлов в кислотах Ломоносов придавал большое значение при объяснении «действия химических растворителей». Он считает, «что металлы в кислых спиртах растворяются иначе, чем соли в воде».

[12] § 14. *Крепкие водки* — крепкие минеральные кислоты.

[13] § 25. *славный Галезий (Halesius)* — латинизированное имя Ст. Гэльса (1677—1761). Свои известные опыты с газами Гэльс описал в книге «Растительная статистика, или отчет о некоторых статических опытах с соками растений...; также перечень попыток анализа воздуха при широком различии химико-статических экспериментов» (Stephan Hales. vegetable staticks, or an account of some statical experiments on the sap in Vegetables...; also a specimen of an attempt to analyse the air, by a great variety of chymico-statical experiments London, 1727).

[14] § 26. *Насколько велико упругое свойство воздуха, возродившееся таким путем, показывают удивительные его действия. Им разрываются сосуды... железные стволы разлетаются с великим шумом* — Ломоносов описывает здесь действие гремучего газа, наблюдавшееся им.

[15] § 30. *не удивительно, что крепкие водки, растворяющие металл, нагреваются* — этот вывод Ломоносов делает на основе чисто механического объяснения процесса растворения. Частичкам, оторвавшимся от металла при действии на него кислоты, он приписывает механическое воздействие на частицы растворителя, которые приобретают вследствие этого вращательное движение. Это объяснение далеко от истины. Однако надо иметь в виду, что во времена Ломоносова еще фактически ничего не было известно о тепловом эффекте химической реакции.

[16] § 31. *полуметаллы* — см. примечание 7 к этой работе.

[17] § 32. *Если железо растворить в щелочи и осадить уксусом, то селитряный спирт растворяет получившуюся известь без шипения* — Ломоносов говорит здесь о реакциях вытеснения более сильными кислотами слабых кислот из солей, указывая на отсутствие при этом шипения, характерного при действии кислот

непосредственно на металл. Это правильное наблюдение (Ломоносов упускает из виду углекислые соли) объясняется им опять-таки с чисто механической точки зрения (силами сцепления).

[18] § 36. *Знаменитый Мушенбрук* (Petrus van Musschenbroeck, 1692—1767) — профессор физики в Лейдене. Очевидно, Ломоносов имеет в виду данные, приведенные Мушенбреком в его книге «Elementa physices» (1729).

[19] *рейнский фут* = 12 дм. = 31,39 *см*; Королевский парижский фут = 12 дм. = = 144 линиям = 32,49 *см*; таким образом, диаметр проволоки был равен приблизительно 2,6 *мм;* Амстердамский фунт = 0,489 кг.

[20] § 37. *постоянная щелочь* — так назывались все щелочи, кроме аммиака.

[21] § 45. *Когда какое-либо тело ускоряет движение другого, то сообщает ему часть своего движения...* — это первая по времени в трудах Ломоносова формулировка закона сохранения движения.

[22] § 50. *Фрейнд (в лекциях по химии)* — речь идет о книге Дж. Фрейнда «Лекции по химии, в которых почти все химические операции подводятся к истинным началам и законам самой природы» J. Freind. Praelectiones chymicae in quibus omnes fere operationes chymicae ad vera principia et ipsius naturae leges rediguntur. Amsterd., 1710 u. 1718).

[23] *Гейнзиус (в описании кометы 1744 года)* — ссылка на работу профессора астрономии Г. Гейнзиуса «Beschreibung des im Anfang des Jahres 1744 erschienenen Cometen nebst einigen darüber angestellten Betrachtungen. СПб., 1744. Эта работа была переведена Ломоносовым под заглавием «Описание в начале 1744 г. явившияся кометы...» (ПСС, т. 4, 1955, стр. 7—110). Ссылка на Гейнзиуса, очевидно, внесена Ломоносовым при подготовке диссертации к печати.

3

О МЕТАЛЛИЧЕСКОМ БЛЕСКЕ

Работа написана на латинском языке под названием «De tincturis metallorum».

Печатается по тексту Полного собрания сочинений М. В. Ломоносова. М.—Л., Изд-во АН СССР, 1950, т. 1, стр. 389—417. Сохранилась рукописная неавторизованная копия этой диссертации (Архив АН СССР, ф. 20, оп. 3, № 39, л. 19—23).

Латинский текст впервые был напечатан в «Commentarii Academiae scientiarum imperialis Petropolitanae» (СПб., 1751, т. XIV, стр. 286—298), а полный рус-

ский перевод Б. Н. Меншуткина в его книге «Труды М. В. Ломоносова по физике и химии». М. —Л., Изд-во АН СССР, 1936, стр. 280—288.

Диссертация написана с 3 мая по 14 июня 1745 г. В Академическом собрании 3 мая 1745 г. было зачитано прошение адъюнкта Ломоносова о назначении его профессором химии. В протоколе Собрания записано: «В Академическом собрании было оглашено письмо г-на советника Шумахера, вместе с копиями прошений г-д адъюнктов Крузиуса и Ломоносова, в которых первый просил предоставить ему должность профессора древностей, а второй — химии. Обсудив их, академики, нисколько не сомневаясь в учености и способности г-д адъюнктов,— ради лучшего порядка — постановили, чтобы каждый представил Академическому собранию еще какой-нибудь образец работы для получения места среди профессоров и для этого по собственному выбору взял бы разработку темы, которую он считает наиболее соответствующей нынешнему состоянию наук. Поэтому они сочли необходимым указать г-ну адъюнкту Крузиусу, чтобы он как можно скорее представил в Академию диссертацию из области греческой или римской древности, а г-ну адъюнкту Ломоносову из области науки о металлах» (Протоколы Конференции, т. II, стр. 57). К 14 июня 1745 г. Ломоносов написал диссертацию «О металлическом блеске» и 14 июня прочитал ее в Академическом собрании. Диссертация была обсуждена и одобрена. Собрание определило: «представленные г-ном адъюнктом образцы учености делают его достойным профессорского звания» (Протоколы Конференции, т. II, стр. 63). Вскоре, 22 июня 1745 г., Академическое собрание решило «представить на утверждение Сенату удостоенного профессором Ломоносова» (Протоколы Конференции, т. II, стр. 65), и 7 августа Ломоносов был утвержден профессором.

Впоследствии, в 1764 г., Ломоносов так писал о значении своей работы «О металлическом блеске»: «В физической республике не было ясного представления о явлениях, производимых природою в царстве минеральном, в недрах земли. Металлурги, когда приходилось им обращаться к другим областям знания, не шли дальше практической химии и ограничивались обычно ссылками на скрытые свойства, пока упомянутый профессор Ломоносов, вооружившись физикой и геометрией, в диссертации «О светлости металлов» («Новые комментарии», т. I) и в «Слове о рождении металлов от трясения земли», произнесенном в публичном собрании... года, не показал, как далеко можно двинуться таким путем в раскрытии и основательном объяснении подземных тайн» (ПСС., т. 10, 1957, стр. 405—406, 409).

В 1753 г. за границей появились рефераты диссертации Ломоносова «О металлическом блеске» (Commentarii de rebus in scientia naturali et medicina gestis. Lipsiae, 1753, vol. II, pars 2, p. 322—323; Neue Zeitungen von Gelehrten Sachen auf das Jahr 1753. Leipzig, 1753, № 10 от 1 февраля, стр. 83; Relationes de libris novis, Gottingae, 1753, fasc. 7, p. 69—70).

[1] § 3. *Так, некоторые [металлы] довольно легко действием огня превращаются в пепел и стекло* — говоря о различии качеств металлов, Ломоносов указывает здесь на легкую окисляемость некоторых металлов и легкоплавкость их окислов.

[2] § 4. *Свинец, переводимый в стекло силою огня... испускает дым, видимый для глаз; эти явления ясно свидетельствуют, что обжигание и остеклование неблагородных металлов происходят вследствие удаления некоторых частей их* — Ломоносов, будучи противником существования невесомых флюидов (и невесомого флогистона), говорит здесь о разложении различных примесей к металлу и сублимации, сопровождающихся выделением дыма. Этот дым он и принимает в качестве свидетельства потери металлами при обжигании флогистона.

[3] § 5. *Хотя обожженные металлы увеличиваются в весе* и т. д. — Ломоносов прибегает здесь к аргументации флогистиков, игнорируя очевидное объяснение, упоминаемое здесь же, что увеличение веса может происходить «от прибавления какой-то посторонней материи».

[4] § 6. *...очевидно, что они [неблагородные металлы] — тела смешанные и что во время прокаливания и остеклования из них удаляется некоторая летучая составная часть* — это положение о сложности металлов (окись + флогистон) принадлежит Шталю. Некоторая летучая составная часть — флогистон.

[5] § 8. *...серебро медленным и продолжительным обжиганием можно превратить в пепел* — здесь дается ссылка на работу Шталя «Трактат о солях», глава 31. Речь идет о книге: G. E. S t a h l. Ausführliche Betrachtung und zulänglicher Beweiss von den Saltzen, dass dieselbe aus eine zarten Erde, mit Wasser innig verbunden, bestehen. Halle, 1723 (Г. Э. Ш т а л ь. Подробное рассмотрение и достаточное доказательство о солях, что они состоят из тонкой земли, тесно связанной с водой. Галле, 1723).

[6] § 10. *...блеск неблагородных металлов состоит, главным образом, из того горючего вещества, которое обычно у химиков зовется флогистоном* — Ломоносов высказывает мысль, которая не встречается у основателей теории флогистона, относительно идентичности блеска и горючей материи — флогистона.

[7] § 11. *...для восстановления металлов необходимо требуется флогистон* — в данном случае Ломоносов снова пользуется принципами теории флогистона при объяснении явления восстановления окислов металлов.

[8] *...оловянная окалина с углем сожженного сала...* — следует ссылка на работу Шталя: «300 опытов и наблюдений. Опыт 288». Эта работа имеет заглавие: G. E. S t a h l. Experimenta, observationes, animadversiones. CCC numero chimicae et physicae. Berolini, 1731. (Г. Э. Ш т а л ь. 300 химических и физических опытов, наблюдений и замечаний. Берлин, 1731).

[9] § 12. *...при растворении какого-нибудь неблагородного металла, особенно железа, в кислотных спиртах из отверстия склянки вырывается горючий пар, который представляет собою не что иное, как флогистон* — Ломоносов говорит

об исключительно важном с историко-химической точки зрения положении о том, что «горючий пар», образующийся при действии кислот на железо, т. е. водород, и есть таинственный флогистон. Известно, что почти 40 лет спустя, в начале 80-х годов XVIII в., эта же мысль была высказана Кавендишем и принята крупнейшими флогистиками. Так как вскоре оказалось, что водород имеет удельный вес (т. е. не представляет собой невесомый флюид), то Кавендиш допустил, что водород — не чистый флогистон, а содержит некоторую примесь паров воды. В положении, данном Ломоносовым — противником невесомых флюидов, естественно, не высказывается никакого сомнения в материальной природе «горючего пара» — водорода.

[10] § 13. *Последняя* (т. е. сера) *состоит из флогистона и серной кислоты* — это положение, выдвинутое Шталем, поддерживалось флогистиками. Ломоносов ссылается на работу Шталя «Трактат о сере». По-видимому, речь идет о книге: G. E. Stahl. Zufällige Gedanken und nützliche Bedenken über den Streit von dem sogenannten sulphure. Halle, 1718 (Г. Э. Шталь. Случайные мысли и полезные размышления о распространении так называемой серы. Галле, 1718).

[11] § 14. *Согласно Бехеру* — ссылка на книгу: J. J. Becher. Experimentum novum et curiosum de minera avenaria perpetua seu prodromus historiae circa auri extractionem mediante arena littorali. Francofurti, 1680 (И. И. Бехер. Новый и любопытный опыт о непрерывной песчаной руде, или введение к истории об извлечении золота посредством прибрежного песка. Франкфурт, 1680).

[12] *Каламин* — минерал из группы водных силикатов, называеся также галмеем или гемиморфитом.

[13] § 15 *...выделяющиеся при растворении тонкие (и притом воспламеняющиеся, § 12) пары* — речь снова идет о водороде, который, очевидно, был хорошо известен Ломоносову.

[14] *...внося металл очень небольшими порциями в растворитель...* — следует ссылка «Кункель в Химической лаборатории, ч. III, гл. 26». См. J. Kunckel von Löwenstjern. Collegium physico-chymicum experimentale, oder Laboratorium chymicum. Hamburg und Leipzig, 1716 (И. Кункель фон Лёвенштейн. Экспериментальный физико-химический сборник, или Химическая лаборатория. Гамбург и Лейпциг, 1716).

[15] § *16. падает на дно в виде порошка* — ссылка на Шталя. Трактат о сере. См. примечание 10.

[16] § 17. Примечание — здесь Ломоносов приводит ряд ссылок на различные издания. Сведения об этих изданиях см. ПСС, т. 1, 1950. Примечания, стр. 575—576.

[17] § 18. *(не известен ни один рудник и ни один род металла, который бы не содержал серы)* — следует ссылка на работу Легнейса. Отчет о горных рудниках, ч. 1. Ее название таково: G. E. Löhneyss. Bericht vom Bergwerk, wie

man dieselben bauen und is guten Wolstande bringen soll. Zellerfeldt, 1617. (Г. Э. Лёгнейсс. Сообщение о горных рудниках, как их следует строить и содержать в хорошем состоянии. Целлерфельд, 1617).

Сведения об остальных ссылках, которые сделаны Ломоносовым в этом параграфе, см. ПСС, т. 1, 1950. Примечания, стр. 576.

[18] § 19. *Шталь. Основ. хим., стр. 102, § 14* — Ломоносов ссылается здесь на книгу Шталя «Основания химии»; G. E. Stahl. Fundamenta chymiae dogmaticae et experimentalis. Norimbergae, 1723 (Г. Э. Шталь. Основания химии догматической и экспериментальной. Нюрнберг, 1723).

[19] § 21. *растворению тел в растворителях очень содействует их однородность* — Ломоносов дает ссылку на свою диссертацию «О действии химических растворителей вообще» (см. стр. 23 настоящего издания).

[20] *не без основания Сведенборг* — ссылка на сочинения этого автора по философии и металлургии, т. II о железе, класс 1, § 1. Речь идет о труде: Em. Swedenborg. Opera philosophica et mineralogica. Dresden et Lipsiae, 1734, t. tres (Э. Сведенборг. Труды по философии и минералогии. Три тома. Дрезден и Лейпциг, 1734).

[21] *описанный у славнейшего Потта* — ссылка на работу «Диссертация о серах металлов, § 4». Ломоносов имеет в виду книгу: J. G. Pott. Exercitatones chymicae. Berolini, 1738 (Химические упражнения, Берлин, 1738), в которой содержится работа De sulphuribus metallorum (О серах металлов).

[22] § 22. *облагораживает часть их* — следует ссылка: «Потт в диссерт. об анат. аурипигмента, § 13». Эта диссертация Dissertatio inauguralis sistens anatomiam auripigmenti (Диссертация об анатомии аурипигмента) входит в состав той же книги И. Г. Потта Exercitationes chymicae (см. предыдущее примечание).

[23] *Мы не решаемся приписать это кислоте* — по-видимому, речь идет о так называемой «всеобщей», или «универсальной», кислоте Бехера.

[24] *олово менеее стиптично* — т. е. менее устойчиво, прочно.

[25] § 27. *В сочинениях Исаака Голландского* — речь идет о книге: I. Saacus Hollandus. Opera mineralica sive de lapide philosophico. Middelborgi 1600; Arnheimii, 1616 (Сочинения по минералогии, или о философском камне. Миддельбург, 1600; Арнгейм, 1616). На русском языке имеется книга «Собрание разных достоверных химических книг, а именно Иоанна Исаака Голланда: Рука философов, о сатурне, о растениях минералах, кабала и о камне философическом». СПб., 1787. Здесь, особенно в последней части «О философическом камне», имеются описания извлечения из металлов «масел» и пр.

[26] § 28. *спагирическое искусство* — так называли в XVII в. химию и алхимию.

[27] *Так кубический дюйм купоросного масла и пр.* — Ломоносов приводит данные об удельных весах различных кислот, ссылаясь на книгу «Эйзеншмидта в новом рассуждении о весах и мерах, стр. 174». Речь идет о книге:

J. C. Eisenschmidt. De ponderibus et mensuris veterum romanorum, graecorum hebraeorum Argentorati, 1708. (И. К. Эйзеншмидт. О весах и мерах древних римлян, греков и евреев. Страсбург, 1708).

4

РАЗМЫШЛЕНИЯ О ПРИЧИНЕ ТЕПЛОТЫ И ХОЛОДА

Статья написана на латинском языке под заглавием «Meditationes de caloris et frigoris causa». Печатается по тексту Полного собрания сочинений М. В. Ломоносова. М.— Л., Изд-во АН СССР, 1951, т. 2, стр. 7—55 в переводе с латинского Б. Н. Меншуткина.

Латинский текст впервые был опубликован в «Novi Commentarii Academiae scientiarum imperialis Petropolitanae», SPb., 1750, t. I, S. 206—229), а русский перевод, выполненный Н. Е. Зерновым, в книге «Новый магазин естественной истории», 1828, ч. III, № 1, стр. 29—64. Рукопись этой работы до нас не дошла, но сохранился первый вариант (Архив АН СССР, ф. 20, оп. 3, № 138, л. 1—10), написанный рукой ученика Ломоносова А. П. Протасова, с поправками и дополнениями самого Ломоносова. Работа написана в 1744—1749 гг.

Замысел написать работу «О теплоте и холоде» возник у Ломоносова еще в 1742—1743 гг., судя по записи, сделанной им в «276 заметках по физике» (ПСС, т. 1, 1950, стр. 166—167). Вероятно, в 1743—1744 г. Ломоносов пишет эту диссертацию, а 7 декабря 1744 г. представляет ее в Академическое собрание (Протоколы Конференции, т. II, стр. 43). После прочтения ее Ломоносовым 21 и 25 января 1745 г. в Академическом собрании профессора высказали следующее мнение: «...похвально прилежание и желание г. адъюнкта заняться теорией теплоты и холода, но им кажется, что он слишком рано взялся за дело, которое, по-видимому, пока еще превышает его силы: прежде всего доказательства, с помощью которых он пытается частью установить, частью опровергнуть различные внутренние движения тел, отнюдь недостаточны, с чем согласится и сам г. адъюнкт, если пожелает развернуть свои доказательства и привести их в силлогистическую форму. Г-ну адъюнкту было также указано, чтобы он не старался поносить Бойля, весьма знаменитого в ученом мире, выбирая из его сочинений именно те места, в которых тот несколько поддается воображению, и обходя молчанием много других мест, в которых он дает образцы глубокой учености. Г-н адъюнкт уверял, что он это сделал без умысла» (Протоколы Конференции, т. II, стр. 48—49).

Ломоносов все же представил эту диссертацию для публикации в «Комментариях Академии наук», но Канцелярия Академии наук 7 июля 1747 г. решила эту диссертацию вместе с диссертацией «О действии химических растворителей вообще» «послать к почетным Академии членам Эйлеру, Бернулию и к другим, какое об оных мнение дадут и можно ли оные напечатать, ибо о сем деле из здешних профессоров ни один основательно расссудить довольно не в состоянии» (Архив АН СССР, ф. 3, оп. 1, № 456, л. 39—39 об.).

21 ноября 1747 г. Эйлер в письме к К. Г. Разумовскому сообщил свой отзыв, который гласил: «Все сии сочинения не токмо хороши, но и превосходны, ибо он объясняет физические и химические материи самые нужные и трудные, кои совсем неизвестны и невозможны были к истолкованию самым остроумным ученым людям, с таким основательством, что я совсем уверен в точности его доказательств. При сем случае я должен отдать справедливость господину Ломоносову, что он одарован самым счастливым остроумием для объяснения явлений физических и химических. Желать надобно, чтобы все прочие Академии были в состоянии показать такие откровения, которые показал господин Ломоносов» (цитируется по сохранившемуся переводу самого Ломоносова — ПСС, т. 10, 1957, стр. 572—573).

Сохранилась и собственноручная запись Эйлера в его черновой тетради, относящаяся к диссертациям «Физические размышления о причине теплоты и холода» и «О действии химических растворителей вообще», найденная Л. С. Минченко в Архиве АН СССР в фонде Эйлера (Архив АН СССР, ф. 136, оп. 1, № 134, л. 372; Л. С. Минченко. Неизвестная запись Эйлера о работах Ломоносова. В сб.: «Ломоносов». М.— Л., Изд-во АН СССР, 1960, т. IV, стр. 321—325).

Неизвестно, были ли посланы эти диссертации Ломоносова другим почетным членам Академии наук, так как не сохранилось никаких архивных материалов по данному вопросу.

Академическое собрание 28 ноября 1748 г. «признало достойными» эти работы Ломоносова для печатания в первом томе «Novi Commentarii Akademiae scientiarum imperialis Petropolitanae» (Протоколы Конференции, т. II, стр. 186—187). Конференц-секретарь Петербургской Академии наук Х. Н. Винсгейм написал на рукописи Ломоносова: «При подготовке этой диссертации к печати в каникулярный период 1749 года она перед сдачей в типографию была просмотрена автором и частично переработана, особенно в том, что касается порядка изложения» (Архив АН СССР, ф. 20, оп. 3, № 138, л. 10). Судя по этой приписке, диссертация была дополнена Ломоносовым в июле 1749 г. перед опубликованием в «Новых комментариях». В Западной Европе вскоре после выхода в свет первого тома «Новых комментариев» появились отзывы о работах Ломоносова, часть из них — отрицательные (см. «Neue Zeitungen von Gelehrten Sachen auf das Jahr 1750. Leipzig, 2 Nov. 1752, № 88; «Hamburgisches Magazin, oder gesammelte Schriften, zum Unterricht und Vergnügen aus der Naturforschung und den angenehmen Wissenschaften

überhaupt». Hamburg, 1751, H. 7, T. 3, S. 320—328; «Commentarii de rebus in scientia naturali et medicina gestis», Leipzig, 1752, voll. 1, pars 2, p. 222—227; «Medicinische Bibliothek». Erfurt und Leipzig, 1753, H. 2, T. 14, S. 332—335; «Hamburgisches Magazin». Hamburg und Leipzig, 1753, H. 11, T. 3 и 4, S. 315—316 u. 385—386; «Nova acta eruditorum». Lipsiae, 1753, Febr., C. 63—66; «Relationes de libris novis», Gottingae, 1753, fasc. 7, p. 308—311; «Bibliothèque raisonnée des ouvrages des savans de l'Europe». Amsterdam, 1751, t. 46, pt. 2, 254—257).

Ломоносов счел нужным сообщить в Академическом собрании 22 августа 1754 г. о необоснованной критике в немецкой периодической печати его работ, изданных в первом томе «Новых Комментариев». Профессора Собрания одобрили решение Ломоносова написать соответствующее опровержение (Протоколы Конференции, т. II, стр. 312).

12 октября 1754 г. немецкий физик Иоганн-Христиан Арнольд для получения должности доцента по физике на философском факультете защитил диссертацию в Эрлангенском университете, в которой пытался опровергнуть молекулярно-кинетическую теорию теплоты. Отчет об этом диспуте был напечатан в Гамбургской газете «Staats und Gelehrte Zeitung des Hamburgischen unpartheyischen Correspondenten» за 22 ноября 1754 г. и стал известен Ломоносову. Тогда Ломоносов написал на латинском языке свой ответ (возражение на эту недобросовестную критику его статей) под названием «Рассуждение об обязанностях журналистов при изложении ими сочинений, предназначенное для поддержания свободы философии» (ПСС, т. 3, 1952, стр. 201—232) и 28 ноября 1754 г. послал его Л. Эйлеру в Берлин с письмом, в котором просил помочь ему в защите от несправедливых нападок: «...если Вы по своей благосклонности не погнушаетесь помочь мне, то я нахожу самым удобным к тому способом, чтобы с защитой приложенного здесь опровержения (которое представляю Вам по своему усмотрению изменить и, может быть, смягчить), по напечатании его, публично выступил в каком-либо университете человек ученый (как в Эрлангене против меня выступал Арнольд): после же можно будет поместить в ученом журнале разбор этого выступления против моих врагов. Издержки по печатанию будут сполна мною возмещены. Впрочем, настоящее возражение мое может быть издано и в форме программы под чужим именем» (ПСС, т. 10, 1957, стр. 516—518).

Л. Эйлер в своем ответе 31 декабря 1754 г. (старого стиля) написал Ломоносову: «На тех, кто хоть немного знаком с этим делом, подобные нелепые оценки не могут произвести впечатления, ибо хорошо известно, что все, имеющееся в книгах по физике о причине теплоты, отнюдь не достаточно для того, чтобы хоть несколько осветить этот серьезный вопрос: поэтому усилия тех, которые над ним работают, неизменно заслуживают высокой похвалы. Поэтому нужно питать особую признательность к Вашему высокородию, поскольку Вы весь этот вопрос извлекли из темноты и положили счастливое начало его обсуждению. Предложение Вашего высокородия о проведении Вашей защиты путем диспута в каком-

либо университете я бы затруднялся осуществить, и подобный диспут, как и большинство ему подобных, навсегда остался бы в неизвестности и не был бы отмечен никем из пишущих в журналах. Тем временем я передал статью Вашего высокородия нашему коллеге г. профессору Формею, который мне почти обещал вести ее защиту во французском журнале, что мне кажется единственным и лучшим путем» (Сочинения М. В. Ломоносова. М.— Л., Изд-во АН СССР, 1948, т. VIII, стр. 182—184).

В письме к Г. Ф. Миллеру от 5 июля 1755 г. Л. Эйлер писал: «Совсем другое дело — сочинение г. Ломоносова о причине тепла: все, что другими было говорено о том, нелепо или неосновательно и потому весьма далеко от достоверного объяснения; возражения же противников доказывают, с одной стороны, что они его мысли не поняли, а с другой — обличают их грубое невежество; они хотели уверить читателей, будто этот предмет другими уже рассмотрен лучше и гораздо основательнее» (А. Куник. Сборник материалов для истории имп. Академии наук в XVIII веке. СПб., 1865, ч. II, стр. 508).

Статья Ломоносова «Об обязанностях журналистов» была опубликована профессором философии, членом Берлинской академии наук Ж. А. Формеем на французском языке в журнале «Nouvelle bibliothèque germanique ou l'Histoire littéraire de l'Allemagne, de la Suisse et des Pays du Nord». Amsterdam, 1755, t. XVI, pt. II, p. 343—366. Ж. А. Формей 16 мая 1755 г. послал Ломоносову оттиск его статьи с письмом (Сочинения М. В. Ломоносова. М.— Л., Изд-во АН СССР, 1948, т. VIII, стр. 190—191).

В конце своей жизни в 1764 г. Ломоносов в «Обзоре важнейших открытий, которыми постарался обогатить естественные науки Михайло Ломоносов», писал: «В «Новых комментариях» Петербургской Академии, том I, напечатаны Размышления о причине теплоты и холода, где доказывается, что сила теплоты и разное напряжение ее происходят от внутреннего вращательного движения собственной материи тел, различно ускоряемого, а холод объясняется замедленным вращением частичек. После априорного и апостериорного доказательства всего этого выставляется на дневной свет ясное понимание и геометрическое познание этого основного в природе явления, составляющего сущность остальных явлений, и устраняются смутные домыслы о некоторой бродячей, беззаконно скитающейся теплотворной материи» (ПСС, т. 10, 1957, стр. 404—405, 408).

[1] § 29. *или в самой холодной морской глубине* — следует ссылка: *Бургаве. Элементы химии, часть 2, из Синклера. О тяжести, стр. 301* — Ломоносов ссылается на учебник: Hermannus Boerhaave. Elementa Chemiae. Lugduni Batavorum, 1732 (Герман Бургаве. Элементы химии. Лейден, 1732), а также на книгу: G. Sinclair. Ars nova et magna gravitatis et levitatis sive dialogorum philosophicorum libri sex de aeris vera et reali gravitate. Roterodami, 1669 (Дж. Синклер. Новое и великое искусство тяжести и легкости, или шесть книг философских диалогов об истинной и действительной тяжести воздуха. Роттердам, 1669).

[2] § 31. *Знаменитый Роберт Бойль показал на опыте, что тела увеличиваются в весе при обжигании* — ссылка: *В трактате о весомости огня и пламени* — речь идет о книге New experiments to make fire and flame stable and ponderable. 1673. (Р. Бойль. Новые опыты для придания устойчивости и весомости огню и пламени). На латинском языке эта книга вошла в сборник работ Бойля: Exercitationes de atmosphaeris corporum consistentium. Genevae, 1677, p. 1—21 (Опыты о консистенции атмосферных тел. Женева, 1677, стр. 1—21).

[3] § 31. *подобные же опыты делали известные Бургаве и Дюкло* — следует ссылка на книгу: *Элементы химии, часть 2, об огне, опыт 20* и работу Дюкло, напечатанную в журнале: *Мемуары королевской Академии Наук, год 1667.* О книге «Элементы химии» Бургаве см. примечание 1. Опыты Дюкло изложены в статье «Expériences de l'augmentation du poids de certaines matières par la calcination». (Опыты по увеличению веса некоторых веществ путем обжигания). См. обзор работ Парижской академии наук за 1667 г. в «Histoire de l'Académie royale des sciences», t. I. Paris, 1733, p. 21—22.

5

О РОЖДЕНИИ И ПРИРОДЕ СЕЛИТРЫ

Работа написана на латинском языке под названием «Dissertatio de generatione et natura nitri».

Печатается по тексту Полного собрания сочинений М. В. Ломоносова, М.— Л., Изд-во АН СССР, 1951, т. 2, стр. 219—319. В Германской академии наук сохранилась беловая рукопись этой диссертации, написанная рукой А. П. Протасова, с поправками и дополнениями Ломоносова, а в Архиве АН СССР имеется черновая рукопись, написанная рукой Ломоносова (Архив АН СССР, ф. 20, оп. 1, № 3, л. 94—123).

Латинский текст был впервые напечатан в Собрании сочинений М. В. Ломоносова, Л., Изд-во АН СССР, 1934, т. VI, стр. 111—152, а русский полный перевод Б. Н. Меншуткина в его книге «Труды М. В. Ломоносова по физике и химии». М.— Л., Изд-во АН СССР, 1936, стр. 295—323.

Диссертация написана с 16 января по март 1749 г. (29 марта 1749 г. диссертация была получена в Берлинской академии наук). Эйлер в письме от 31 января 1748 г. к И.-Д. Шумахеру сообщил, что Берлинская академия наук предложила тему на премию 1749 г.— разрешение проблемы происхождения и состава селитры и далее написал: «Я сомневаюсь, чтобы мог кто-либо, кроме г. Ломоносова,

написать об этом лучше, почему и прошу убедить его приняться за эту работу. Было бы, конечно, почетно, если бы член императорской Академии, и притом русский, получил нашу премию» (П. С. Билярский. Материалы для биографии Ломоносова. СПб., имп. Академии наук, 1865 стр. 96; Б. Н. Меншуткин. Труды М. В. Ломоносова по физике и химии. М.— Л., Изд-во АН СССР, 1936, стр. 292).

Ломоносов, узнав о письме Эйлера, тотчас же ответил ему 16 февраля 1748 г.: «Ваш чрезвычайно лестный для меня совет,— писал он,— переданный мне через почтеннейшего Шумахера, внушил мне сильное желание написать рассуждение о рождении селитры, которое я решил, посильно его разработав, послать к назначенному сроку в славную Берлинскую академию на соискание премии» (ПСС, т. 10, 1957, стр. 437).

Эйлер в своем ответе Ломоносову от 12 марта 1748 г. написал: «Из Ваших сочинений с превеликим удовольствием я усмотрел, что Вы в истолковании химических действий далече от принятого у химиков обыкновения отступили и с препространным искусством в практике высочайшее основательной физики знание везде совокупляете. Почему не сомневаюсь, что нетвердые и сомнительные основания сея науки приведете к полной достоверности; так что ей после место в физике по справедливости дано быть может» (Сочинения М. В. Ломоносова. М.— Л., Изд-во АН СССР, 1948, т. VIII, стр. 70). Ломоносов ответил Эйлеру письмом от 5 июля 1748 г., в котором сообщал, что «счел целесообразным предпослать трактату о рождении селитры теорию упругости воздуха» (ПСС, т. 10, 1957, стр. 450).

Ломоносов занимался с июля 1748 г. экспериментальной и теоретической разработкой вопросов упругости воздуха, а 16 января 1749 г. приступил к работе над диссертацией о селитре. Работа была выполнена в течение полутора месяцев и в конце марта отослана в Берлинскую академию наук. До сих пор неизвестно, какие отзывы получила диссертация Ломоносова и почему он не получил премии. Премия была присуждена немецкому доктору химии Питшу 3 июля 1749 г. (Б. Н. Меншуткин. Труды М. В. Ломоносова по физике и химии. М.— Л., Изд-во АН СССР, 1936, стр. 295), диссертация которого была издана в 1750 г. под названием: Dissertation sur la génération du Nitre, qui a remporté le prix de l'Académie en 1749. Par M. le Docteur Pietsch. A Berlin, chez Haude et Spener. 1750, Bogen (см. рецензию на нее: D. Rudolph. Aug. Vogels. Medicinische Bibliothek. Erster Band. Erfurt und Leipzig, 1752; Zweites Stück, 1751, S. 103—109).

Ломоносов интересовался, кто получил премию и просил Эйлера сообщить ему об этом (Письмо Ломоносова от 27 мая 1749 г. ПСС, т. 10, 1957, стр. 465—466). Ответ Эйлера на это письмо Ломоносова до сих пор неизвестен.

По мнению современных исследователей научного наследия Ломоносова, в диссертации «О рождении и природе селитры» «мысли о структуре кристаллов настолько значительны, что год написания этой диссертации можно смело счи-

тать датой зарождения русской научной кристаллографии» (И. И. Шафрановский. Взгляды Ломоносова на строение кристаллов. В сб.: «Ломоносов». М.— Л., Изд-во АН СССР, 1960, т. IV, стр. 103).

[1] Предисловие. *Спагирики* — так в начале XVIII в. иногда называли химиков — представителей химического искусства. Например, в учебнике Шталя в определении предмета химии говорится: «Химия, иначе алхимия или спагирия...» (см. стр. 365 настоящего издания).

[2] *Из наблюдений Бойля видно, что все частицы обладают внутренним движением* — это утверждение Бойля имеется в работе «Dissertatio de intestinis motibus particularum solidorum quiescentium, in qua absoluta corporum quies in disquisitionem vocatur» (Диссертация о внутренних движениях частиц покоящихся твердых тел, в которой рассматривается абсолютный покой тел), которая вошла в латинский сборник трудов Бойля: Tentamina quaedam physiologica diversis temporis et occasionibus conscripta. Genevae, 1667 (Некоторые физиологические опыты, в разное время и по разным поводам написанные. Женева, 1667, стр. 1—18).

[3] *Мы доказываем в отдельной диссертации, одобренной великими мужами* — Ломоносов говорит здесь о своей диссертации «Размышления о причине теплоты и холода» (см. стр. 58 настоящего издания).

[4] *мы называем взаимное соответствие однородных частичек совмещением* — эта же мысль о *совмещении* однородных частиц высказана в диссертации «Слово о происхождении света, новую теорию о цветах представляющее» (см. стр. 294 настоящего издания).

[5] § 1. *селитра состоит из постоянной щелочной соли и кислотного спирта* — постоянной щелочной солью называли в то время едкие щелочи. Кислотный спирт — кислота, в данном случае азотная.

[6] *купоросный винный камень* — так называли во времена Ломоносова сульфат калия, получавшийся действием серной кислоты (купоросного масла) на винный камень (кремор-тартар), т. е. кислую калийную соль винной кислоты.

[7] § 2. *спирт селитры* — селитряный спирт, т. е. азотная кислота.

[8] *щелочная соль* — речь идет о поташе.

[9] *щелочь морской соли* — натриевая щелочь, едкий натр или сода.

[10] *мочевая щелочь* — водный раствор аммиака.

[11] *истинная селитра* — калийная селитра (нитрат калия).

[12] § 3. *представляется очень странным, что даже выдающиеся люди* — следует ссылка на книги *Бургаве. Элементы химии, т. 2, ч. 3, опыт 134 и Лемери. Курс химии, стр. 456.* См.: Hermannus Boerhaave. Elementa Chemiae. Lugduni Batavorum, 1732 (Элементы химии. Лейден, 1732, стр. 341—342). Из ссылки видно, что Ломоносов пользовался десятым изданием курса: Nicolas Lemery. Cours de Chymie. Paris, 1713, где на стр. 456 идет речь о получении щелочи обжиганием.

[13] *болус* — тонкая глина, окрашенная окисью железа в красный или желтый цвет.

[14] *землистая материя* — речь идет о глиноземе и кремнеземе.

[15] *сама щелочь почти не может или и вовсе не может быть отмыта водою от болуса* — речь идет об образовании алюмосиликата калия.

[16] § 5. *серный спирт* — серная кислота.

[17] *купоросный спирт* — серная кислота.

[18] *спирты квасцов, селитры, поваренной соли* — серная кислота, азотная кислота и соляная кислота. Различные виды серной кислоты различались в зависимости от источников их получения.

[19] *Несомненно, что разъедающая способность и кислотность происходят в отдельных видах спиртов от одного и того же начала* — Ломоносов полагал, что существует всеобщее кислотное начало, входящее в состав всех кислот, различающихся лишь «инородными» началами, примешанными к всеобщей кислоте.

[20] § 7. *Сера, несомненно, состоит из купоросной кислоты и небольшого количества флогистона, соединенных с водою* — здесь Ломоносов высказывает общепринятую у флогистиков точку зрения, согласно которой серная кислота — элементарное вещество, а сера — сложное.

[21] § 8. *селитряный спирт, кроме всеобщей кислоты и воды, должен еще иметь то начало, которое наиболее склонно к образованию пламени, которое соединено с кислотою и с водою, сопротивляющимися пламени, и которое, преодолев их и унося с собою, вспыхивает пламенем. Не приходится сомневаться, что это — чистейшее горючее начало, многими называемое флогистоном* — здесь высказывается точка зрения о том, что таинственный флогистон представляет собой водород, о чем см. в диссертации «О металлическом блеске» (стр. 48 настоящего издания).

[22] § 9. *в меньшем количестве, чем при смешивании с водою* — ссылка на работу: *Потт в Рассуждении о спиртовой серной кислоте* — см. «Dissertatio medicochimica de acido vitrioli vinoso» (И. Г. Потт. Медико-химическая диссертация о спиртовой серной кислоте) в сборнике работ Потта «Exercitationes chymicae...» Berolini, 1738 (Химические упражнения... Берлин. 1738, стр. 159—194).

[23] Здесь же дается ссылка на работу Мушенбрека. *Дополнения к опытам в Академии естествоиспытателей, ч. 2.* См. «Tentamina experimentorum naturalium captorum in Academia del Cimento» и т. д. Lugduni Batavorum, 1731 (Попытка описания естественнонаучных экспериментов, произведенных в Академии естествоиспытателей, составленные секретарем этой Академии и переведенные с итальянского на латинский язык, которые дополнены рассуждениями, новыми экспериментами и изложением метода производства физических опытов. Лейден. 1731).

[24] *но все испарится в воздух* — ссылка на работу Гофмана. *Наблюдения, стр. 40* — см. Fr. Hoffmann. Observationum physico-chymicorum selectiorum libri III. In quibus multa curiosa experimenta et lectissimae virtutis medicamenta exhibentur, ad solidam et rationalem Chymiam stabiliendam praemissi. Halae, 1736.

(Три книги избранных физико-химических наблюдений, в которых представлены многие любопытные опыты и избранные свойства медикаментов, служащие предварением к совершенному и рациональному утверждению химии. Галле, 1736).

[25] § 10. *Относительно количества воды сделал остроумное исследование Гомберг* — ссылка на *Мемуары королевской Академии наук, год 1669, стр. 52* — см. W. Homberg. Observation sur la quantité exacte des sels volatiles acides contenues dans tous les differens esprits acides (Наблюдение над точным количеством летучих кислых солей, содержащихся во всякого рода кислотных спиртах) в «Mémoires de l'Académie royale des sciences», Année 1699, p. 55. (год издания у Ломоносова указан ошибочно).

[26] § 12. *из нее выходит густой дым с тяжелым запахом кислоты* — следует ссылка на Шталя. *О солях, гл. 8* — см. G. E. Stahl. Ausführliche Betrachtung und zulänglicher Beweiss von der Saltzen, dass dieselbe aus einer zarten Erde, mit *Wasser innig verbunden, bestehen. Halle, 1723* (Подробное рассмотрение и достаточное доказательство о солях, что они состоят из тонкой земли, тесно связанной с водой. Галле, 1723).

[27] § 13. *растения, из которых выжата существенная соль, дают меньше щелочи, чем если она не выжата* — следует ссылка на работу: *Нейман. О постоянной щелочи* — см. Kaspar Neumann. Lectiones chymicae von salibus alcalino-fixis und von camphora. Berlin, 1727 (Химические лекции о солях постоянной щелочи и о камфоре. Берлин, 1727).

[28] *количества щелочной соли* — ссылка: *Он же, там же* — см. предыдущее примечание.

[29] *оно дает меньше щелочной соли, чем невысушенное* — снова ссылка на работу: *Нейман. О постоянной щелочи* — см. примечание 27.

[30] *вся масса винного камня превращается в щелочь* — ссылка на книгу *Бургаве. Элементы химии, т. 2, ч. 1, опыт 55* — см. Hermannus Boerhaave. Elementa Chemiae, t. II, pars I, p. 195 (Элементы химии, т. II. Лейден, стр. 195).

[31] § 14. *из рассуждения знаменитого Лемери* — следует ссылка на *Мемуары Академии. 1720 г., стр. 266 и сл.* — см. L. Lemery. Troisième mémoire sur les analyses de chimie, et particulièrement sur celles de vegetaux; ou l'on examine ce qui s'éléve de leur partie saline par la destillation. (Третий мемуар о химических анализах, в частности о химическом анализе растений, в котором изучается то, что получается от их соляной части при помощи дистилляции) в «Mémoire de l'Académie royale des sciences». Année 1720, p. 226.

[32] § 15. *другие отрицают это, особенно знаменитый Бурделин* — следует ссылка; *Мемуары королевской Академии наук, год 1728* — речь идет о статье: K. Bourdelin. Mémoires sur la formation des sels lixifiels. (Записки об образовании щелочных солей) — см. Mémoires de l'Académie royale des sciences. Année 1728, p. 384.

[33] *их образование не происходит без какой-либо жирной материи* — следует ссылка на работу: *Шталь. Теория брожения, гл. 12. Нейман. О щелочи* — см. G. E. Stahl. Zymotechnia fundamentalis, sive fermentationis theoria generalis. Halae, 1697. (Основательная зимотехния, или общая теория брожения. Галле, 1697). О работе Неймана см. примечание 27.

[34] *получают меньшее количество поташа, чем без предварительного извлечения — ссылка: то же, там же* — имеется в виду ссылка на Шталя — см. предыдущее примечание.

[35] *смешение их затрудняется* — ссылка на *Бургаве. Элементы химии, т. I, ч. 2, о щелочи и растворах* — см. примечания 12 и 30.

[36] *взять виннокаменного расплывшегося спирта* — ссылка на работу: *Мушенбрек. Дополнение к опытам в Академии опытов, ч. 2, стр. 158* — см. примечание 23.

[37] § 21. *селитра, растворенная в воде и долго дигерируемая, выделяет землю* — ссылка на книгу *Бургаве. Элементы химии, т. I, ч. 2, о земле* — см. примечания 12 и 30. Указанная Ломоносовым глава De terra — см. стр. 526, т. I книги Бургаве; *дигерируемая* — долгое время нагреваемая при умеренной температуре.

[38] *теряет разъедающую свою способность* — ссылка на работу *Шталь. О селитре, гл. 2 и 3* — см. Fragmenta quedam ad historiam naturalem nitri pertinentia (Фрагменты, относящиеся к натуральной истории селитры) в сборнике работ Шталя Opusculum chymico-physico-medicum... Halae Magdeburgicae, 1715, p. 532.

[39] *особенно едкой становится с металлами* — ссылка на книгу Неймана «О постоянной щелочи» — см. примечание 27.

[40] § 22. *Известный Нейман дал такое отношение* — ссылка на ту же работу Неймана — см. примечание 27.

[41] *О кислоте то же подтверждает Кункель* — ссылка: *В Химической лаборатории, ч. 2, гл. 6* — см. Collegium physico-chymicum-experimentale, oder Laboratorium chymicum. Hamburg, 1716. (Экспериментальный физико-химический сборник, или Химическая лаборатория. Гамбург, 1716).

[42] § 27. *свежие тела такого рода не производят селитры* — следует ссылка *История королевской Академии наук, год 1717, стр. 30* — речь идет о статье: L. Lemery. Premier mémoire sur la nitre (Первый мемуар о селитре) — см. Mémoire de l'Académie royale des sciences, Année 1717, p. 31.

[43] *некоторым предоставляется в виде государственной привилегии* — следует ссылка *Шталь. О селитре, гл. 2* — см. примечание 38.

[44] § 30. *обладающей очень большой упругостью* — ссылка на работу *Шталь. О селитре, гл. 1* — см. примечание 38.

[45] § 31. *как это видно из сочинения Эркера* — следует ссылка на книгу *«Подземный дворец», кн. 5* — речь идет о книге: Aula subterranea domina dominantium subdita subditorum. Das ist interirdische Hofhaltung, ohne welche weder die Herren regieren, noch die Unterthanen gehorchen können... Franckfurt, 1672. (Подземный

дворец — господин господствующих, подданный подданных. Что значит — Подземный дворец, без которого ни властители управлять, ни подданные повиноваться не могут.., Франкфурт, 1672), р. 305—332.

[46] § 32. *белую землю, называемую у медиков магнезией* — ссылка на работы: *Шталь. О солях, гл. 15 и Гофман. Наблюдения, стр. 110.* О книге Шталя см. примечание 26; о книге Гофмана — примечание 24.

[47] *в реторте получается в качестве осадка названная магнезия* — ссылка: *Он же, там же* — см. предыдущее примечание.

[48] § 33. *и наконец смачивают мочою* — ссылка: *Мемуары, год 1717, стр. 44* — см. Mémoires de l'Académie royale des sciences, Année 1717.

[49] § 34. *можно приготовить царскую водку* — ссылка: *Мемуары, 1717, стр. 49* — см. Mémoires de l'Académie royale des sciences. Année 1717.

[50] § 36. *беккабунга* — вероника ручейная (Veronica Beccabunga), *стенница* (стенничница) — клоповое семя (Corispermem), *мыльнянка* — горицвет (Lychnis Chalcedonica), *чернобыльник* — Artemisia campestris, *полынь* — Artemisia Absinthium.

[51] *обнаруживают настоящую селитру* — ссылка на работу *Шталь. Элементы химии, стр. 62, § 8* — вероятно, Ломоносов имеет в виду книгу: G. E. S t a h l. Fundamenta chymiae dogmaticae et rationalis. Berolini, 1720. (Г. Е. Ш т а л ь. Основы химии догматической и рациональной. Берлин, 1720).

[52] § 39. *имеющие большие заслуги — ссылка на книгу: Шталь, Основания химии.* О селитре, § 25 — см. предыдущее примечание. Вторая ссылка: *Генкель в пиритологии* — см. книгу: J. H. H e n k e l. Pyritologia oder Kieshistorie, als des vornehmsten Minerals, nach dessen Namen, Arten, Lagerstätten, Ursprung. Leipzig, 1725. (Пиритология, или история о кремнях, как о важнейших минералах, о их названиях, видах, месторождениях, происхождении... Лейпциг, 1725).

[53] *некоторого количества селитры* — ссылка: *Шталь в трактате о солях* — см. примечание 26.

[54] *растворяет золото* — ссылка: *Он же в Основаниях химии* — речь идет о книге Г. Э. Шталя — см. примечание 51.

[55] § 40. *не получил и следов селитры* — ссылка: *Мемуары Академии, 1717, стр. 39 и 43* — см. примечание 48.

[56] § 42. *она образует обыкновенную соль* — ссылка: *Славнейший Потт в диссертации об обыкновенной соли — см.* Observationum et animadversionum chymicarum praecipue circa sal commune, acidum salis vinosum et wismuthum. Berolini, 1739. (Химические наблюдения и замечания преимущественно об обыкновенной соли, кислоте винного спирта и висмуте. Берлин, 1739).

[57] § 44. *для получения мочевой соли* — ссылка: *Подземный дворец, стр. 189* — см. примечание 45.

[58] § 47. *это подозревал уже Шталь* — ссылка на книгу *О селитре, гл. 1 и 3* — см. примечание 38.

[59] § 48. *этот ученейший муж называл искусственным воздухом* — ссылка: *О новых физико-механических опытах* — речь идет о работе: R. Boyle. New experiments physico-mechanical, touching the spring of the air and its effects, made in the most part in a new pneumatical engine. Oxford, 1660. Новые физико-механические опыты над упругостью воздуха и ее действием, сделанные по большей части в новой пневматической машине. Оксфорд, 1660. Имеются латинские издания этой работы: Оксфорд, 1661 и Женева, 1667).

[60] *в воде его больше самой воды* — ссылка на *Элементы химии, т. I, ч. 2, О воздухе* — речь идет о книге Г. Бургаве — см. примечание 12.

[61] *Галезий неутомимым трудом* — ссылка на работу *Статика растений* — см. St. Hales. Vegetable Statics, or an account of some statical experiments of the sap in vagetables; also a specimen of an attempt tu analyse the air. London, 1727. (Статика растений, или отчет о некоторых статических опытах о соке растений; также попытка произвести анализ воздуха. Лондон, 1727).

[62] *нисколько не потерял упругости* — ссылка на книгу *Галезий. Статика растений* — см. предыдущее примечание.

[63] § 50. *Галезий получил при перегонке 180-кратный объем его из этой соли* — ссылка на работу: *Статика растений, гл. 6* — см. примечание 62.

[64] *пространство в 224 раза большее, чем сам порох* — ссылка на книгу: *Новые основания артиллерии, стр. 90* — речь идет о книге Робинса — см. примечание 1 к работе 6 (Письмо к Л. Эйлеру).

6

ПИСЬМО К ЛЕОНАРДУ ЭЙЛЕРУ ОТ 5 ИЮЛЯ 1748 Г.

Печатается по тексту Полного собрания сочинений М. В. Ломоносова. М.— Л., Изд-во АН СССР, 1951, т. 2, стр. 169—193. Письмо написано на латинском языке и переведено на русский Я. М. Боровским.

Оригинал письма хранится в Архиве АН СССР (Архив АН СССР, ф. 136, оп. 2, № 2, л. 445—452).

Впервые полностью письмо было опубликовано в Сочинениях М. В. Ломоносова, М.— Л., Изд-во АН СССР, 1948, т. VIII, стр. 72—94.

Это письмо Ломоносова является ответом на письмо Эйлера из Берлина от 12 (23) марта 1748 г., дошедшее до нас в отрывках.

Публикуемое письмо представляет собой научный трактат, написанный в эпистолярной форме.

[1] *Я читаю с большой пользою для себя «Артиллерию» Робинса, снабженную Вами превосходнейшими замечаниями* — Ломоносов говорит здесь о немецком издании «Neue Grundzüge der Artillerie, enthaltend die Bestimmung der Gewalt des Pulvers nebst einer Untersuchung über den Unterschied des Widerstands der Lüft ni schnellen und langsamen Bewegungen. Aus den englischen überzetzt und mit dem nöthigen Erläuterungen und vielen Anmerkungen versehen von Leonard Euler. Berlin, 1745 (Новые основания артиллерии, содержащие определение силы пороха, и, кроме того, исследования различий в сопротивлении воздуха при быстром и медленном движении. Переведено с английского и снабжено необходимыми пояснениями и многими примечаниями Леонарда Эйлера. Берлин, 1745). Оригинал книги Б. Робинса: B. Robins. New principles of gunnery. London, 1742). (Новые основания артиллерии. Лондон, 1742).

[2] *...я счел целесообразным предпослать трактату о рождении селитры теорию упругости воздуха* — несколько ранее работы над диссертацией «О рождении и природе селитры» (стр. 81 настоящего издания) Ломоносов написал диссертацию «Опыт теории упругости воздуха» (стр. 134 настоящего издания). Эта диссертация была послана Эйлеру вместе с «Диссертацией о рождении и природе селитры» весной 1749 г.

[3] *Хотя... всю систему корпускулярной философии мог бы я опубликовать* — Ломоносов, написавший несколько работ, излагающих корпускулярную теорию и некоторые выводы из нее, по-видимому, намеренно не публиковал их, отчасти потому, что, как он пишет в одном из писем Эйлеру, «я боюсь омрачить старость мужу, благодеяния которого по отношению ко мне я не могу забыть; иначе я не побоялся бы раздразнить по всей Германии шершней-монадистов» (ПСС, т. 10, 1957, стр. 501—503). Однако многие его положения, связанные с атомистикой, вошли в его опубликованные работы.

[4] *когда читаю у выдающегося мужа Исаака Ньютона* — здесь и далее Ломоносов ссылается на книгу И. Ньютона «Philosophiae naturalis principia mathematica». Londini, 1687, ed. 2. Cantabrigae, 1713. (Математические начала натуральной философии. Лондон, 1687, изд. 2. Кембридж, 1713). Русский перевод выполнен и издан акад. А. Н. Крыловым. М.— Л., Изд-во АН СССР, 1936 (Собрание трудов А. Н. Крылова, т. VII).

[5] *отвергается известное мнение об огне, остающемся в кальцинированных телах* — здесь Ломоносов говорит об известном опыте Р. Бойля, прокаливавшего в реторте свинец (кальцинация, т. е. превращение металла в известь) и объяснявшего увеличение веса при этом проникновением через стенки сосудов огненной материи и ее присоединением к кальцинируемому металлу.

7

ОПЫТ ТЕОРИИ УПРУГОСТИ ВОЗДУХА

Работа написана на латинском языке под названием «Tentamen theoriae de vi aëris elastica».

Печатается по тексту Полного собрания сочинений М. В. Ломоносова, М.— Л., Изд-во АН СССР, 1951, т. 2, стр. 105—139.

Латинский текст впервые был опубликован в «Novi Commentarii Academiae scientiarum imperialis Petropolitanae», СПб., 1750, т. I, стр. 230—244, а полный русский перевод Б. Н. Меншуткина в его книге «Труды М. В. Ломоносова по физике и химии», М.— Л., Изд-во АН СССР, 1936, стр. 131—141.

Авторская рукопись не сохранилась.

Ломоносов еще в 1741—1742 гг. наметил себе тему об упругости воздуха (см. его работы «Элементы математической химии» и «276 заметок по физике и корпускулярной философии»).

Задачей объяснения упругих свойств газа Ломоносов занялся в середине 1748 г. В это время Эйлер порекомендовал Ломоносову принять участие в конкурсе, объявленном Берлинской академией наук,— написать работу о происхождении и составе селитры. В связи с этим Ломоносов писал Эйлеру 5 июля 1748 г.: «Так как я полагаю, что, узнав настоящую причину упругости воздуха, легче можно раскрыть силу, которая сгущает воздух в селитре, то поэтому я счел целесообразным предпослать трактату о рождении селитры теорию упругости воздуха, которой начало я положил еще тогда, когда начал серьезно размышлять о мельчайших составных частях вещей; я вижу, что она и теперь совершенно согласуется с остальными моими представлениями, которые я себе составил о частных качествах тел и о химических операциях» (ПСС, т. 1, 1951, стр. 170—173).

Ломоносов работал над диссертацией «Опыт теории упругости воздуха» с июля по сентябрь 1748 г., а 2 сентября 1748 г. представил ее в Академическое собрание (Протоколы Конференции, т. II, стр. 177). 9 сентября 1748 г. секретарь Академического собрания Ф.-Г. Штрубе де Пирмонт передал эту диссертацию Ломоносова для ознакомления проф. Х.-Н. Винсгейму и другим профессорам (Протоколы Конференции, т. II, стр. 178). В это время по распоряжению президента Академии в Академическом собрании начали отбирать диссертации для следующего тома «Комментариев» Академии наук.

Ломоносов закончил чтение своей диссертации 30 сентября 1748 г., а 28 ноября после рассмотрения профессорами диссертаций для первого тома «Новых ком-

ментариев» в числе других она была утверждена к печати (Протоколы Конференции, т. II, стр. 181, 187).

Рефераты диссертаций Ломоносова об упругости воздуха, о действии химических растворителей вообще, о причине теплоты и холода, о вольном движении воздуха, в рудниках примеченном, появились в заграничных периодических изданиях (например, «Hamburgisches Magazin», Hamburg, 1751, H. 7, T. 3, S. 320—328; «Commentarii de rebus in scientia naturali et medicina gestis». Leipzig, 1752, vol. I, pars 2, p. 222—227; «Nova acta eruditorum». Lipsiae, 1753, Febr., p. 63—66; Relationes de libris novis. Gottingae, 1753, fasc. 7, p. 309).

Ломоносов в составленном им «Обзоре важнейших открытий, которыми постарался обогатить естественные науки Михайло Ломоносов» в 1764 г. писал: «Диссертация о причине упругости воздуха приводит жаждущего более обоснованной естественной науки к механическому объяснению причины упругости, исключающему предположение о том, что причина таковой в упругих частичках, но согласованному во всех своих выводах с нашей теорией теплоты» (ПСС, т. 10, 1957, стр. 405, 408).

[1] § 1. *применение воздушного насоса* — воздушный насос был изобретен Отто фон Герике около 1650 г. и значительно усовершенствован Робертом Бойлем в 1659 г.

[2] § 3. *кто прочитал наши Размышления о причине теплоты* — эта работа (см. стр. 58—80 настоящего издания) была первоначально опубликована в первом томе «Новых Комментариев», т. е. одновременно с «Опытом теории упругости воздуха».

[3] § 4. *сила упругости* [воздуха] — это давление воздуха. Такое применение термина «упругость» сохранилось и в послеломоносовское время.

[4] § 7. *опыт Роберваля* — Роберваль Жиль (1602—1675), французский математик и естествоиспытатель. Его опыт над упругостью сжатого воздуха в закрытом сосуде изложен в первом томе книги: Elementa chemiae, quae anniversario labore docuit in publicis, privatisque, scholis Hermannus Boerhaave. Lugdini Batavorum, 1732 (Элеметы химии, которые излагал в ежегодных общественных и частных курсах Герман Бургаве, Лейден, 1732), в главе «De aëre» (о воздухе), на стр. 453.

[5] *и иметь протяжение* — в § 6 и 7, несмотря на переоценку принципа простоты природы, необоснованную экстраполяцию наблюдений над водяными каплями на атомы сложной структуры и отрицание возможности существования стационарных систем из быстро движущихся частиц, ответ на вопрос, поставленный в § 5, дается правильный. Развиваемая в этой работе кинетическая теория газов и в той форме, в какой она возродилась в середине XIX в., и в современной форме оперирует с совокупностью движущихся, сталкивающихся атомов и молекул, отвлекаясь от их внутреннего строения.

[6] § *См. наши Размышления о причине теплоты* — более подробно процесс

передачи тепла описан в «Размышлениях о причине теплоты и холода» (см. стр. 68 настоящего издания).

[7] § 14. *взаимодействие атомов воздуха обусловлено только теплотою* — § 10—14 блестящий образец системы физического мышления Ломоносова в действии. Здесь и борьба с введением особых для каждого явления флюидов — носителей тех или иных физических сил, и плодотворное применение принципа близкодействия и установление связи кинетической теории газов с кинетической теорией тепла.

[8] § 15. *Размышления о теплоте* — более распространенную формулировку в «Размышлениях...» см. на стр. 64 настоящего издания.

[9] *зависит от вращательного движения их* — в действительности для всех газов характерно поступательное движение атомов и молекул, вращательное же движение свойственно лишь молекулам определенной структуры. Но когда в середине XIX в. возрождалась забытая кинетическая теория газов, в первых ее вариантах, предложенных Дж. Л. Джоулем и У. Дж. М. Ренкином, теплота рассматривалась как результат вращательного движения молекул (см. статью Я. Г. Дорфмана «Роль Ломоносова в развитии кинетической теории теплоты» в сб.: «Ломоносов». М.— Л., Изд-во АН СССР, 1951, т. III, стр. 49—52).

[10] § 19. *происходящие с ним явления* — в то время как Ньютон ввел формальный принцип отталкивания частиц воздуха, Ломоносов стремился найти причину возникновения отталкивательных сил. Ему потребовалось для этого часто применявшееся им представление о шероховатости атомов и довольно естественное в эпоху, когда было уже известно уменьшение плотности воздуха с высотой, предположение о первичных столкновениях частиц в результате падения одной на другую под действием силы тяжести.

[11] § 21. *Размышления о теплоте* — Ломоносов, видимо, имел в виду § 13 «Размышлений о причине теплоты и холода» (см. стр. 65 настоящего издания).

[12] § 22. *не может быть абсолютного холода* — об абсолютном нуле температуры и невозможности достичь его в земных условиях говорится на стр. 72 настоящего издания.

[13] § 27. *Роберт Бойль* — Ломоносов имеет в виду книги Р. Бойля: 1) «New experiments, physico-mechanical, touching the spring of the air and its effects, made in the most part in a new pneumatical engine. Oxford, 1660 (Новые физико-механические опыты над упругостью воздуха и ее действиями, сделанные по большей части в новой пневматической машине. Оксфорд, 1660). Эта книга была переиздана в Оксфорде и Лондоне в 1662 г. Латинский перевод был издан в 1661 г. в Оксфорде и в 1677 г. в Женеве; 2) «A continuation of new experiments physico-mechanical touching the spring and weight of the air and their effects. Oxford, 1669 (Продолжение новых физико-механических опытов над упругостью и тяжестью воздуха и их действиями). Латинское издание вышло в Женеве в 1682 г.

[14] *Герман Бургаве* — пневматические эксперименты описаны в главе «De

aëre» второй части первого тома его книги «Elementa chemiae». Lugduni Batavorum, 1732 (Элементы химии. Лейден, 1732).

[15] *Галезий* — имеется в виду книга: Hales Stephen. Vegetable staticks, or an account of some statical experiments of the sap in vegetables; also a specimen of an attempt to analyse the air. London, 1727. (Статика растений, или отчет о некоторых статических опытах о соке растений; также попытка произвести анализ воздуха. Лондон, 1727).

8

ПРИБАВЛЕНИЕ К РАЗМЫШЛЕНИЯМ ОБ УПРУГОСТИ ВОЗДУХА

Работа написана на латинском языке под названием «Supplementum ad meditationes de vi aëris elastica».

Печатается по тексту Полного собрания сочинений М. В. Ломоносова, М.—Л., Изд-во АН СССР, 1951, т. 2, стр. 145—163.

Латинский текст впервые был опубликован в «Novi Commentarii Academiae scientiarum imperialis Petropolitanae», СПб., 1750, т. I, стр. 305—312, а полный русский перевод Б. Н. Меншуткина в его книге «Труды М. В. Ломоносова по физике и химии», М.— Л., Изд-во АН СССР, 1936, стр. 141—147. Авторская рукопись не сохранилась.

«Прибавление к размышлениям об упругости воздуха» было написано Ломоносовым в связи с тем, что в Академическом собрании 30 сентября 1748 г. при чтении его диссертации «Опыт теории упругости воздуха» Г. В. Рихман сделал замечание, что теория упругости не объясняет, «почему упругость воздуха пропорциональна его плотностям» (ПСС, т. 2, 1951, стр. 146—147). После этого Ломоносов произвел необходимые проверочные опыты закона Бойля. 20 февраля 1749 г. Ломоносов «показал Собранию стеклянные бомбы с небольшой плотностью, разорванные расширением замерзающей воды» (Протоколы Конференции, т. II, стр. 192).

Ломоносов послал Эйлеру две свои диссертации о рождении и природе селитры и упругости воздуха и в письме 27 мая 1749 г. сообщал ему, что в диссертации об упругости воздуха «не хватает объяснения очень известного закона, а именно, что упругость воздуха пропорциональна плотности. Я его не дал, так как весьма сомневаюсь, приложим ли этот закон к любому сжатию воздуха. Это сомнение возникло из-за некоторого несогласия моей теории с тем, что довольно убедительно вытекает из выводов Бернулли (Гидродинамика, стр. 343), прочитанных мною впервые в ваших замечаниях по адресу Робинса, и что еще более

подтвердили следствия, выведенные путем вычислений из опытов Рихмана и моих над разрывом самых прочных тел замерзающей водой. Воздух, который разрывал тела, восстановив свою силу при образовании льда, должен был бы быть в десять с лишком раз тяжелее всей массы льда, если бы силы, приложенные к разрыву тел, были пропорциональны плотностям, как можно было заключить по крепости чугуна и стекла, из коих были изготовлены бомбы для разрыва. Но соображения, в силу которых упомянутый закон расходится с моей теорией, затруднительно изложить вне связи со всем моим трудом. Поэтому я теперь готовлю по этому вопросу дополнение к рассуждению об упругости воздуха» (ПСС, т. 10, 1957, стр. 464—467).

Вскоре, 29 мая 1749 г., Ломоносов представил в Академическое собрание «Прибавление к опыту теории упругости воздуха» (Протоколы Конференции, т. II, стр. 128). Это «Прибавление» было передано 2 июня профессорам для ознакомления (Протоколы Конференции, т. II, стр. 199), а 30 июня прочитано в Собрании, которое решило «напечатать его в Новых Комментариях после подтверждения некоторыми опытами, которые следует произвести» (Протоколы Конференции, т. II, стр. 203). Вероятно, опыты были произведены, и 10 июля 1749 г. Академическое собрание предложило напечатать «Прибавление», либо вместе с «Опытом теории упругости воздуха», либо отдельно, но в том же томе «Комментариев» (Протоколы Конференции, т. II, стр. 204), 15 сентября «Прибавление» было передано Академической Канцелярии для печатания (Протоколы Конференции, т. II, стр. 208) и вышло в свет в 1750 г.

[1] § 2. *Бернулли* — Ломоносов ссылается на книгу Даниила Бернулли «Hydrodinamica seu de viribus et motus fluidorum commentarii». Argentorati, 1738 (Гидродинамика, или записки о силе и движении жидких тел. Страсбург, 1738). Часть 10 «Гидродинамики», где Бернулли развивает приведенные Ломоносовым соображения, опубликована на русском языке в книге: Основатели кинетической теории материи. М.— Л., 1937, стр. 13—18.

[2] § 3. *в отдельной диссертации, которую мы подготовляем* — Ломоносов имеет в виду § 27 труда «Опыт теории упругости воздуха» (см. стр. 149 настоящего издания) и § 49 диссертации «О рождении и природе селитры» (см. стр. 119 настоящего издания).

[3] § 4. *собирающимся в пузырьки* — обоснование этого взгляда дается в § 26 «Опыта теории упругости воздуха» (см. стр. 148 настоящего издания). Поскольку он неверен, то и истолкование опытов, описанных в § 4—10, не вполне правильно. Зато § 11—13 представляют собой ценный вклад в теоретическое исследование вопроса об отклонениях от закона Бойля-Мариотта при больших давлениях. Вслед за Д. Бернулли, который указал на необходимость учитывать конечный объем частиц воздуха при больших давлениях, Ломоносов вывел неизбежность отклонений от закона Бойля-Мариотта при больших плотностях воздуха, опираясь на свою молекулярно-кинетическую теорию материи. Таким образом,

отмеченное Рихманом отсутствие вывода закона пропорциональности между упругостью и плотностью воздуха не являлось случайной недоработкой: охватывающая широкий круг возможных состояний газа теория Ломоносова могла включать его лишь с оговоркой ограниченной применимости.

[4] § 5. *26 линий парижского королевского фута* — равны 58,5 *мм.*

[5] *25/100 рейнского дюйма* — равны 6,54 *мм.*

[6] *в Академии естествоиспытателей* — Ломоносов имеет в виду латинский перевод с комментариями Мушенбрека книги, изданной в 1667 г. во Флоренции, так называемой «Академией дель чименто», и содержавшей описание проделанных ее членами опытов: Tentamina experimentorum naturalium captorum in Academia del Cimento... ab ejus academiae secretario conscriptorum; ex italico in latinum sermonen conversa. Quibus commentarios, nova experimenta et orationem de methodo instituendi experimenta physica addidit. Lugduni Batavorum, 1731 (Попытки описания естественнонаучных экспериментов, произведенных в Академии естествоиспытателей, составленные секретарем этой Академии и переведенные с итальянского на латинский язык, которые дополнены рассуждениями, новыми экспериментами и изложением метода производства физических опытов. Лейден, 1731).

[7] § 8. *силою холода в бомбах* — об этих опытах Рихман доложил Академическому собранию 5 мая 1749 г., т. е. за 24 дня до того, как Ломоносов представил свое «Прибавление к размышлениям об упругости воздуха». Соответствующая статья Рихмана «Experimenta de compressione aëris inprimis per aquam in bombis conglaciatam descripta» (Описание опытов над сжатием воздуха, в особенности при помощи воды, замораживаемой в бомбах) была опубликована в 1751 г. во втором томе «Novi Commentarii...» (стр. 162—171). Полный русский перевод был впервые опубликован в книге: Г.-В. Рихман. Труды по физике. М., Изд-во АН СССР, 1956, стр. 390—396.

[8] § 10. *Гидродинамика, стр. 242* — см. примечание 1 к данной работе.

[9] *Элементы физики, глава 36, § 794* — Ломоносов имеет в виду книгу Мушенбрека «Elementa physicae conscripta in usus academicos» (Элементы физики, написанные для академического пользования), изданную в Лейдене в 1729 и в 1734 гг.

9

СЛОВО О ПОЛЬЗЕ ХИМИИ

Печатается по тексту Полного собрания сочинений М. В. Ломоносова. М.— Л., Изд-во АН СССР, 1951, т. 2, стр. 345—369.

Авторская рукопись не сохранилась. Впервые опубликовано в книге «Торжество Академии Наук на вожделенный день тезоименитства ея имп. величества державнейшия и непобедимейшия великия государыни императрицы Елисаветы Петровны самодержицы всероссийския публично говоренными речами празднованное сентября 6 дня 1751 года. В Санкт-Петербурге. Печатано при имп. Академии наук, стр. 51—102».

9 февраля 1749 г. И.-Д. Шумахер в ответ на распоряжение президента АН о проведении публичной ассамблеи подал мнение президенту о том, что« профессор Ломоносов в состоянии написать диссертацию как на русском, так и на латинском языке и оную либо публично читать, либо наизусть говорить», поэтому ему можно поручить произнести речь «о начале происхождения и нынешнем состоянии химии» (Архив АН СССР, ф. 3, оп. 1, № 178; л. 186—187). Ломоносов написал тогда к 6 сентября 1749 г.— дню именин императрицы — похвальную речь Елизавете Петровне. 29 апреля 1751 г. Академическая канцелярия представила президенту мнение о том, что в публичном собрании 6 сентября 1751 г. Ломоносов может произнести речь на научную тему (Архив АН СССР, ф. 3, оп. 2, № 77, л. 77—78).

К. Г. Разумовский 6 мая 1751 г. дал распоряжение: «...российскую речь поручаю говорить г. советнику и профессору Ломоносову, которая бы состояла в ученой какой ни есть материи, а не в похвальном слове» (Архив АН СССР, ф. 3, оп. 1, № 461, л. 191). Это предписание президента И. Д. Шумахер объявил в Академическом собрании 21 июня 1751 г. (Протоколы Конференции, т. II, стр. 255). К 12 августа 1751 г. Ломоносов написал «Слово о пользе химии», которое было передано на отзыв профессорам С. П. Крашенинникову и Н. И. Попову (Архив АН СССР, ф. 3, оп. 1, № 520, л. 312—312 об.). Они 13 августа сообщили в Академическую канцелярию, что «оное Слово о пользе химии г. советника нами читано и знатных погрешностей в нем не примечено, а что надлежит исправить, о том ему, г. советнику, объявлено, и он с нашим мнением согласен и обещал исправлять» (Архив АН СССР, ф. 3, оп. 1, № 153, л. 235).

Канцелярия Академии наук определила 19 августа 1751 г. напечатать отдельным изданием речи, которые будут произнесены в торжественном собрании, в том числе и «Слово о пользе химии» (Архив АН СССР, ф. 3, оп. 1, № 153, л. 239—240).

6 сентября 1751 г. Ломоносов прочитал «Слово о пользе химии» в торжественном Академическом собрании на русском языке. В декабре 1751 г. в «Mercure de France» появилось сообщение об этом академическом заседании.

В 1752 г., как видно из представления Ломоносова Академическому собранию от 11 мая 1752 г., «Слово о пользе химии» было переведено на латинский язык студентом Ф. Я. Яремским и представлено в Академию (ПСС, т. 9, 1955, стр. 55).

Ломоносов в 1757 г. включил «Слово о пользе химии» во второе издание своего «Собрания сочинений» («Собрания разных сочинений в стихаха и в прозе г-на

коллежского советника и профессора Михайла Ломоносова». М., изд. Московского университета, 1757 [1758], кн. 1, стр. 238—261). В декабре 1758 г. «Слово о пользе химии» Ломоносова перевел на латинский язык Г. В. Козицкий, а в марте 1759 г. эта речь Ломоносова на латинском языке вышла в свет отдельным изданием (Архив АН СССР, ф. 3, оп. 1, № 528, л. 314; № 238, л. 28) под заглавием: Oratio de utilitate Chemiae in publico conventu imperialis Academiae scientiarum instituto ad agendum anniversarium festum diem onomasticum clementissimae ac potentissimae dominae Elisabetae Petri filiae imperatricis totius Rossiae habita A. C. MDCCLI. VIII. Idus septembres a Michaele Lomonosov consiliario academico. Ex Rossica autem in latinam linguam conversa a Gregorio Kositzki. Petropoli, Typis Academiae scientiarum.

Следует отметить, что «Слово о пользе химии» было образцом ораторской прозы того времени. Современники Ломоносова и их ближайшие потомки высоко оценивали этот талант великого поэта и ученого (см., например, Сочинения К. Н. Батюшкова, т. II, СПб., 1885, стр. 344—346).

[1] *художества* — производства, ремесла.

[2] *крепкие водки* — концентрированные кислоты.

[5] *фосфоры* — в XVII и начале XVIII в. так называли светящиеся в темноте вещества.

[4] *научен незлобивою нашею Медеею* — именем древнегреческой мифической волшебницы Медеи Ломоносов называет химию. Медея, как это описано в «Одиссее» Гомера, была хорошо знакома с применением ядов и других лекарств. Она усыпила снотворными лепешками дракона, который стерег золотое руно.

[5] *Миснийские и Герцинские заводы* — Майссенские (Саксония) и Гарцские заводы.

[6] *великий твой просветитель* — подразумевается Петр I.

[7] *мусия* — мозаика.

10

ВВЕДЕНИЕ В ИСТИННУЮ ФИЗИЧЕСКУЮ ХИМИЮ

Печатается по тексту Полного собрания сочинений М. В. Ломоносова, М.— Л., Изд-во АН СССР, 1951, т. 2, стр. 481—577.

Оригинал — на латинском языке под названием: «Prodromus ad veram chymiam physicam».

Латинский текст был впервые опубликован в Сочинениях М. В. Ломоносова, Л., Изд-во АН СССР, 1934, т. VI, стр. 153—195, а полный русский перевод

Б. Н. Меншуткина — в его книге «Труды М. В. Ломоносова по физике и химии», М.— Л., Изд-во АН СССР, 1936, стр. 388—411. В Архиве Академии наук СССР хранится авторская рукопись этого труда (Архив АН СССР, ф. 20, оп. 1, № 3, л. 124—142, 269—272 и 197—198). Рукопись состоит из пяти законченных глав, шестой незаконченной и четырех параграфов девятой главы. Сохранился также конспект первых пяти глав курса «Введение в истинную физическую химию», написанный рукой ученика Ломоносова, В. И. Клементьева, под заглавием «Conspectas prolegomenorum chymiae physicae» (Архив АН СССР, ф. 20, оп. 1, № 3, л. 201—206).

«Введение в истинную физическую химию» представляет собой начало учебника химии, который Ломоносов, по-видимому, намеревался написать в связи со своим курсом лекций по химии студентам Академического университета (1752—1754). Работе над текстом «Введения в истинную физическую химию» предшествовало составление планов курса (ПСС, т. 2, 1951, стр. 439—479). Из этих планов видно, что задуманный Ломоносовым курс химии должен был состоять из трех больших частей: I. «Введение», II. «Физической химии часть опытная» и III. «Физической химии часть теоретическая». В плане первой части «Введения» предусмотрено изложение общих вопросов курса химии. Часть I опытная состоит из рассмотрения опытов (фактического опытного материала) над различными видами веществ, в соответствии с общепринятой классификацией: тела соляные, смешанные воспламеняющиеся, соки, металлы, полуметаллы, земли и камни. Наибольший интерес представляет план раздела «Физической химии часть теоретическая». Главное внимание уделяется здесь вопросам о свойствах и изменениях смешанных тел (химических соединений), изложению атомистики и подробному рассмотрению на этой основе теоретических вопросов химии основных классов веществ.

Одновременно с подготовкой к составлению большого учебника химии Ломоносов думал написать небольшое по объему учебное пособие, план которого сохранился (ПСС, т. 2, 1951, стр. 449—453). Наконец, сохранилась написанная Ломоносовым часть конспекта и плана учебного пособия «Опыт физической химии, составленный для учащейся молодежи, 1752». Это пособие, по-видимому, должно было служить одновременно руководством к теоретическим и практическим занятиям студентов в лаборатории. Конспекту предшествуют два замечания Ломоносова: «1. Экспериментальная химия будет состоять в операциях с добавлением прямых и непосредственных из них выводов. 2. Теоретическая будет целиком заключаться в выяснении качеств и явлений» (ПСС, т. 2, 1951, стр. 457).

В «Опыте физической химии» Ломоносов в соответствующих разделах и параграфах дает перечень вопросов, с которыми должны были ознакомиться студенты в курсе, а также обширный перечень химических операций и методов обработки веществ — в качестве программы практических занятий. Весьма интересно, что среди различных приборов для изучения свойств веществ Ломоносов приводит описание некоторых сконструированных им самим приборов, в частно-

сти «Точила для исследования твердости камней разных и стекол в диаметре около полутора футов» (ПСС, т. 2, 1951, стр. 476), «Инструмента для следования вязкости жидких материй по числу капель» (Там же) и «Папиновой машины, в лучшее состояние приведенной» (ПСС, т. 2, 1951, стр. 478). Кроме этого, в разделе XIX плана упоминаются «Инструмент для сдавливания», «Инструмент для ломания», «Точило твердое с придавкою», «Инстумент, как узнавать вес капель», «Микроскоп солнечный», «Инструмент для исследования рефракции», «Пирометр» и другие приборы, также сконструированные им самим (ПСС, т. 2, 1951, стр. 479).

К работе над курсом физической химии Ломоносов приступил в начале 1752 г. К этому же времени, по-видимому, следует отнести и возникновение у Ломоносова мысли назвать свой курс «Физическая химия». Впрочем, в ряде более ранних диссертаций и выступлений Ломоносов неоднократно высказывал мысль о необходимости соединения физики и химии для более глубокого изучения веществ, их свойств и изменений.

В одной из своих первых работ «Элементы математической химии» (стр. 7 настоящего издания) Ломоносов говорит о необходимости применения в химии методов точных наук. В предисловии к диссертации «О рождении и природе селитры» (1749) Ломоносов указывает: «... мы не сомневаемся, что легче распознать скрытую природу тел, если мы соединим физические истины с химическими» (стр. 82). В «Слове о пользе химии» Ломоносов также говорит о необходимости введения в химию физических методов исследования (стр. 163).

Название «Физическая химия» введено Ломоносовым впервые в истории науки и, таким образом, именно Ломоносову принадлежит заслуга основателя этой важнейшей химической науки, достижения которой в наши дни широко известны. По примеру Ломоносова, известный шведский химик И. Г. Валлериус выпустил в 1759 г. учебник химии, назвав его «Физической химией» (J. G. Wallerius Chemia physica. Stockholm, 1759); немецкий перевод (Wallerius. Physische chemie, 1780).

Конечно, не только самое название курса должно быть отмечено с историко-научной точки зрения. Ломоносову принадлежит и первое в истории науки определение предмета физической химии, полное глубокого смысла. Физическая химия по Ломоносову — наука о химических процессах («то, что происходит в смешанных телах при химических операциях»), или «химическая философия». Это определение сохранило свое значение и в наши дни.

Ломоносову принадлежит важная заслуга в организации практических занятий в первой в мире государственной учебной лаборатории для студентов и молодых исследователей. В обширной программе практических занятий по химии, изложенной в планах курса, Ломоносов предусмотрел целый ряд задач, которые должны были ознакомить учащихся с важнейшими физическими методами исследования веществ. В своем представлении в Академическое собрание от 11 мая 1752 г. Ломоносов писал: «Я считаю весьма полезным в моих химических лек-

циях, читаемых учащемуся юношеству, всюду, где только возможно, присоединять к химическим опытам физические и попытаюсь сам осуществить то, о чем говорил на последнем публичном собрании в «Слове о пользе химии», которое представляю вам в латинском переводе студента Яремского. Поэтому в течение всего курса экспериментальной химии я буду трудиться над тем, чтобы:

1) определять удельный вес химических тел;

2) исследовать взаимное сцепление их частиц: a) путем излома, b) путем сжимания, c) путем стачивания на камне, d) для жидкостей — путем счета капель;

3) описывать фигуры кристаллизующихся тел;

4) подвергать тела действию Папинова котла;

5) всюду наблюдать степени теплоты;

6) изучать тела, преимущественно металлы, при помощи продолжительного растирания,

одним словом, по возможности пытаться исследовать все, что может быть измерено, взвешено и определено при помощи практической математики» (ПСС, т. 9, 1955, стр. 55—57).

Более 100 лет после Ломоносова в области основанной им физической химии происходило накопление экспериментального, фактического материала и его обобщение. В течение первой половины XIX в. были разработаны основы термохимии и термодинамики, получили развитие учение об агрегатных состояниях и кинетическая теория материи, зародилась электрохимия и другие области физической химии. Впервые после Ломоносова систематический курс физической химии (физико-химия) начал читать профессор Н. Н. Бекетов в Харьковском университете (1865). В 60-х и 70-х годах XIX в. началась интенсивная разработка учения о растворах, получило широкое развитие учение о связи свойств веществ с строением их молекул, возникла теория химического равновесия и химическая кинетика. В результате быстрого развития основных разделов физической химии эта область химических наук приобрела важное самостоятельное значение. В 1887 г. при участии виднейших физико-химиков различных стран, в частности С. Аррениуса, Я. Г. Вант-Гоффа, В. Оствальда, Д. И. Менделеева, Н. А. Меншуткина и других начал выходить первый физико-химический журнал. С 80-х годов курс физической химии был введен в ряде университетов Западной Европы и России, а с начала XX в. стал обязательным курсом для всех физико-математических факультетов университетов и химических высших учебных заведений.

Таким образом, физическая химия получила широкое развитие более чем через 100 лет после того, как Ломоносов дал ей название и определил ее предмет и содержание.

[1] § 6. *кислотная материя* — вещество с кислотными свойствами; *горючая материя* — флогистон.

[2] § 12. *селенит* — лунный камень (разновидность гипса).

[3] § 19. *халкедон* (халцедон) — разновидность кварца, слегка мутноватая, опалесцирующая. К разновидностям халцедона относятся агат, оникс, гелиотроп, яспис и др.

[4] § 22. *о чем подробнее говорится в теоретической части,* § ... Ломоносов намечал подробно рассмотреть вопрос о цветах в разделе «Физической химии часть теоретическая», которая не была им написана.

[5] § 25. *в лепестках большого африканского цветка* — речь идет, по-видимому, о сафлоре (Carthanus tinctorius L.).

[6] § 87. *черный флюс* — продукт обугливания кислой виннокаменной соли с селитрой. О приготовлении черного флюса см. § 102 «Первых оснований металлургии, или рудных дел» (ПСС, т. 5, 1954, стр. 475).

[7] § 111. *существенные соли растений* — калийные соли, в частности поташ, получаемый в результате сжигания растений; *летучая мочевая соль* — углекислый аммоний.

[8] § 114. К *сернистым* телам в эпоху Ломоносова относили самые разнообразные вещества, похожие на смолу и жир (например, сосновая и еловая сера), способные плавиться и воспламеняться.

[9] § 132. *Академическая лаборатория... устроена, как представлено на плане* — план лаборатории в рукописи «Введения в истинную физическую химию» отсутствует. В тексте воспроизводится план, представленный Ломоносовым в 1745 г.

[10] § 134. О печах, имевшихся в лаборатории Ломоносова,— см. В. П. Барзаковский и Н. М. Раскин. Оборудование химической лаборатории Ломоносова. В сб.: «Ломоносов». М.—Л., Изд-во АН СССР, 1951, т. III, стр. 146—164.

11

СЛОВО О ЯВЛЕНИЯХ ВОЗДУШНЫХ, ОТ ЭЛЕКТРИЧЕСКОЙ СИЛЫ ПРОИСХОДЯЩИХ, ПРЕДЛОЖЕННОЕ ОТ МИХАЙЛА ЛОМОНОСОВА

Печатается по тексту Полного собрания сочинений М. В. Ломоносова, М.—Л., Изд-во АН СССР, 1952, т. 3, стр. 15—99.

Авторская рукопись не сохранилась. Впервые было опубликовано в книге «Торжество Академии наук, ...празднованное публичным собранием... ноября 26 дня 1753 года». СПб., имп. Академия Наук, 1753, стр. 1—50, а латинский текст — в книге: «Serenissimae, potentissimae ac invictissimae omnium Russorum imperatri-

cis Elisabethae, Petri Magni filiae, initi regni salemnia annua Academia Scientiarum publico conventu die 26 novembris celebrat». Petropoli, typ. Academiae Scientiarum, 1753, p. 1—46.

М. В. Ломоносов включил эту работу в 1757 г. во второе издание своего Собрания сочинений (стр. 262—310).

Дата написания — май — октябрь 1753 г.

Ломоносов и Рихман в 1752 и в начале 1753 г. производили наблюдения над атмосферным электричеством во время грозы. Когда 7 мая 1753 г. в Академическом собрании было предложено сообщить темы диссертаций для публичного заседания 6 сентября, оба предложили темы из этой области физики (Протоколы Конференции, т. II, стр. 285). В Академическом собрании 14 мая 1753 г. было «определено Рихману написать к 6 сентября речь об электричестве по его наблюдениям», а Ломоносову — выступить с ответом Рихману и «рассуждать в порядке предположений о причине электричества и разъяснить его пользу в человеческой жизни» (Протоколы Конференции, т. II, стр. 286).

Ломоносов писал по этому поводу И. И. Шувалову 31 мая 1753 г.: «Оный акт буду я отправлять с господином профессором Рихманом; он будет предлагать опыты свои, а я теорию и пользу, от оной происходящую, к чему уже я приготовляюсь» (ПСС, т. 10, 1957, стр. 482).

Ломоносов и Рихман продолжали производить опыты над электричеством. Сведения об этих опытах были напечатаны в «Санктпетербургских ведомостях» 7 мая (№ 37), 11 мая (№ 38), 18 мая (№ 40), 4 июня (№ 45) и 13 июля (№ 56) 1753 г.

31 мая 1753 г. Ломоносов сообщал Шувалову об открытии электрического поля в атмосфере: «...без всякого чувствительного грому и молнии происходили от громовой машины сильные удары с ясными искрами и с треском, издалека слышным, что еще нигде не примечено и с моею давною теориею о теплоте и с нынешнею о электрической силе весьма согласно и мне к будущему публичному акту весьма прилично» (ПСС, т. 10, 1957, стр. 482). Опыты Ломоносова и Рихмана проводились с большим риском для жизни. В отчете за 1753 г. Ломоносов писал: «Чинил наблюдения электрической силы на воздухе с великою опасностью» (Архив АН СССР, ф. 20, оп. 3, № 55, л. 19). 26 июля 1753 г. во время опытов от удара молнии погиб друг Ломоносова профессор Рихман. Сообщения о его гибели были напечатаны в Санктпетербургских ведомостях 3 августа 1753 г. (№ 62) и в некоторых иностранных изданиях («Philosophical Transactions», «Mémoires royale de Sciences» и др.). В письме к Шувалову 26 июля 1753 г. Ломоносов, производивший опыты в этот день одновременно с Рихманом, писал о трагической гибели своего друга: «Что я ныне к Вашему превосходительству пишу, за чудо почитайте, для того что мертвые не пишут. Я не знаю еще или по последней мере сомневаюсь, жив ли я или мертв. Я вижу, что господина профессора Рихмана громом убило в тех же точно обстоятельствах, в которых я был в то же самое время... Между

тем умер господин Рихман прекрасною смертию, исполняя по своей профессии должность. Память его никогда не умолкнет» (ПСС, т. 10, 1957, стр. 484—485).

Публичное собрание 6 сентября 1753 г. было отменено. Ломоносову стоило больших усилий добиться, чтобы оно состоялось позднее. Он закончил писать свою речь в конце августа 1753 г. и тогда же начал читать ее в обычном Академическом собрании, но последнее чтение состоялось лишь 18 октября (Протоколы Конференции, т. II, стр. 288). Первоначально речь была написана Ломоносовым на латинском языке, затем переведена на русский (Архив АН СССР, ф. 3, оп. 1, № 177, л. 97—107). К. Г. Разумовский в ордере И.-Д. Шумахеру от 11 октября писал о том, что нужно устроить публичную ассамблею, «...дабы господин Ломоносов с новыми своими изобретениями между учеными в Европе людьми не опоздал и чрез то труд бы его в учиненных до сего времени опытах не пропал» (Архив АН СССР, ф. 3, оп. 1, № 177, л. 109).

18 октября в Академическом собрании было решено устроить публичную ассамблею 25 ноября 1753 г. На речь Ломоносова должен был отвечать профессор А. Н. Гришов, который проводил до этого наблюдения на о-ве Эзель (Протоколы Конференции, т. II, стр. 288). В этот же день было дано предписание Ломоносову прислать его речь в Канцелярию Академии для напечатания «под его смотрением» на латинском и русском языках, тиражом 700 экз. (Архив АН СССР, ф. 3, оп. 1, № 601, л. 175 об.; № 464, л. 607).

Гришов прочел 26 октября свои возражения на речь Ломоносова. И. А. Браун и Н. И. Попов также подали свои мнения. Было решено в следующем Собрании заслушать ответы Ломоносова на замечания оппонентов (Архив АН СССР, ф. 3, оп. 1, № 177, л. 129; Протоколы Конференции, т. II, стр. 289).

В Академическом собрании 1 ноября 1753 г. Ломоносов прочитал свои ответы и показал, в чем именно состоит оригинальность его выводов и доказательств («Ответы на сомнения и возражения» опубликованы в ПСС, т. 3, 1952, стр. 143—155). Профессора Браун и Гришов заявили, что они удовлетворены объяснениями Ломоносова (Протоколы Конференции, т. II, стр. 290). 19 ноября 1753 г. Гришов прочитал свою ответную речь на «Слово о явлениях воздушных...» Ломоносова. Приняв во внимание сделанные ему профессорами замечания, он внес в нее некоторые исправления, после чего она большинством голосов была признана достойной напечатания. Попов же передал свое мнение в Архив Собрания на хранение (Протоколы Конференции, т. II, стр. 292).

Публичное собрание состоялось 26 ноября 1753 г. Ломоносов прочел «Слово о явлениях воздушных, от электрической силы происходящих» на русском языке; отвечал ему Гришов на латинском языке (Архив АН СССР, ф. 3, оп. 1, № 177, л. 176). Свою речь Ломоносов сопровождал опытами с электрической машиной (Архив АН СССР, ф. 3, оп. 1, № 177, л. 140).

Конволют, в который были включены речь Ломоносова, затем «Изъяснения, надлежащие к Слову о электрических воздушных явлениях», ответ на речь Ло-

моносова Гришова и программа с задачей на премию на 1755 г., был послан за границу почетным членам Петербургской Академии наук. Эйлер, Крафт и Гейнзиус прислали свои отзывы на речь Ломоносова. Эйлер в письме из Берлина Шумахеру от 29 декабря 1753 г. писал: «...Сочинение г. Ломоносова об этом предмете [электричестве] я прочел с величайшим удовольствием. Объяснения, данные им относительно столь внезапного возникновения стужи и происхождения последней от верхних слоев воздуха в атмосфере я считаю совершенно основательными. Недавно я сделал подобные же выводы из учения о равновесии атмосферы», «...прочие предположения столько же остроумны, сколько вероятны, и свидетельствуют о счастливом даре г. автора к распространению истинного познания естествознания, чему образцы, впрочем, и прежде он представил в своих сочинениях. Ныне таковые умы весьма редки, так как бóльшая часть остаются только при опытах, почему и не желают пускаться в рассуждения, ...предположения [Ломоносова] тем бóльшую имеют цену, что они удачно задуманы и правдоподобны. Отсюда вовсе не следует, что они вполне доказаны, потому что дальнейшие исследования — согласуются ли они с истиной или нет — приведут нас к желанной цели. Все, что мы теперь знаем достоверного в физике, было первоначально окружено только догадками, и если бы мы никогда не допускали догадок, даже ложных, мы не достигли бы истины» (Архив АН СССР, ф. 1, оп. 3, № 44, л. 80—80 об.).

Крафт в письме из Тюбингена к президенту от 27 января 1754 г. писал о речи Ломоносова: «...эта статья мне очень понравилась, будучи прекрасной и глубоко написанной, и остроумной. Но там есть одна глава, которая после долгого размышления показалась мне противоречащей данным эмпирики», «...Если выразить мое мнение откровенно, я думаю, что г. Ломоносов недостаточно хорошо отличает жидкие тела от твердых» [в вопросе о нисхождении верхних слоев атмосферы]. Затем Крафт излагает свои воззрения по этому вопросу, ссылаясь на недавние наблюдения Бугера и его соотечественников в Америке, опубликованные в Acta Helvetica, vol. I, 1751 (Архив АН СССР, ф. 1, оп. 3, № 44, л. 45—46).

Речь Ломоносова была подробно реферирована в еженедельнике «Tübingische Berichte von gelehrten Sachen», 1 марта 1754 г. (IX Stück, 134) было напечатано сообщение о прочтении ее, а 22 ноября 1754 г. первая часть рецензии, в которой, в частности, было написано: «Пример погибшего от несчастного случая прошлым летом при электрических опытах г-на проф. Рихмана не помешал здешней Академии наук предпринять дальнейшие смелые шаги по исследованию природы и свойств электрической материи и еще основательнее производить изыскания ее законов. Мы находим основательное доказательство этих славных усилий в ученой речи, которую г-н проф. Михаил Ломоносов произнес 26 ноября прошлого года» (Tübingische Berichte von gelehrten Sachen, 1754, XLVIII Stück, S. 655—656). Далее (29 ноября и 6 декабря) было дано изложение речи Ломоносова (XLIX Stück, S. 670—672; L Stück, S. 677—679) и в заключение сказано: «Таким образом.

вся речь полна новых, по-видимому, догадок и обличает в г-не авторе основательно мыслящего естествоиспытателя» (стр. 679).

Сам Ломоносов впоследствии в составленном им «Обзоре важнейших открытий, которыми постарался обогатить естественные науки Михайло Ломоносов», писал: «В своем слове об электрических явлениях, происходящих в воздухе, на основании открытого, объясненного и доказанного им опускания верхней атмосферы в нижнюю, даются вполне приемлемые (если не угодно назвать их несомненными) объяснения внезапных холодов, сил молний, северных сияний, хвостов великолепных комет и т. д.» (ПСС, т. 10, 1957, стр. 409).

[1] Стр. 220. *скоропостижным поражением трудолюбивого рачений наших сообщника* — Ломоносов имеет в виду гибель Рихмана во время наблюдений атмосферного электричества 26 июля 1753 г. от удара молнии.

[2] Стр. 222. *в число их вписан быть не отказался* — 22 декабря 1717 г. Петр I был избран членом Парижской академии наук. (Index biographique des membres et correspondants de l'Académie des Sciences. Paris, 1954, p. 409).

[3] Стр. 223. *Не устрашил ученых людей Плиний* — Ломоносов вспоминает гибель во время извержения Везувия в 79 г. н. э. римского ученого Гая Плиния Секунда (Старшего).

[4] Стр. 223. *Воздушный круг* — атмосфера, окружающая Землю.

[5] Стр. 225. Ломоносов имеет в виду книгу Роберта Бойля «Exercitationes de atomosphaeris corporum consistentium... Londini, 1673. (Примечания об атмосферах твердых тел... Лондон, 1673). Эта книга была переиздана в Лейдене (1676) и в Женеве (1677).

[6] Стр. 225. *сенситивою* — заимствованное из французского и итальянского языков название стыдливой мимозы.

[7] Стр. 226. *электрический указатель* — изобретенный в 1745 г. академиком Г. В. Рихманом прибор, позволявший судить о величине заряда, сообщаемого вертикально укрепленной металлической линейке, по углу отклонения нити.

[8] Стр. 227. *не может быть ни причиною, ни действием оного* — *в латинском* варианте имеется продолжение «...но скорее должно считаться препятствием». В 1836 г. автор изданной Московским университетом магистерской диссертации «Рассуждение о воздушном электричестве» Николай Астраков отметил (на стр. 7), что Ломоносов «...знал о препятствии ветра образованию электричества прежде, чем Беккария увидел это из своих наблюдений, хотя такое открытие приписывают сему последнему...». При этом Астраков ссылается на стр. 106, 165, 166, 176 труда G. B. Beccaria «Lettere dell'Elettricismo. Bologna, 1758.

[9] Стр. 227. *рассуждает Сенека* — приведенная Ломоносовым цитата взята из сочинения Луция Аннея Сенеки Naturalium quaestionum, liber VII, p. 30—31 (Естественные исследования, кн. VII, стр. 30—31).

[10] Стр. 228. *на берегу Пенжинского моря* — Ломоносов называет Пенжинским морем Пенжинскую губу Охотского моря.

[11] Стр. 228. *от равноденственного и зимнего востока* — Ломоносов связывает азимутальные направления с местом захода или восхода солнца в то или иное время года. Таким образом, равноденственный запад — это запад, летний запад — это северо-запад, зимний восток — это юго-восток и т. д.

[12] Стр. 229. *под тем же с нею климатом* — здесь климат нужно понимать как географическую широту.

[13] Стр. 230. *тела единого рода, которые гуще, больше теплоты на себя принимают, нежели те, которые реже* — в то время понятие теплоемкости не было строго определено, но Ломоносов фактически опирается на факт возрастания теплоемкости единицы объема газа с увеличением плотности.

[14] Стр. 230. *С охотою воспомяну здесь труды мужей славных* — Ломоносов, видимо имеет в виду экспедицию Ш. М. де ла Кондамина и П. Бугера в Перу (1735—1742) для проведения градусных измерений по поручению Парижской академии наук.

[15] Стр. 231. *ртуть в термометре упадает до 131 градуса ниже предела замерзания* — Ломоносов пользовался термометром, в котором температура замерзания воды принималась за 0°, а кипения — за 150°, таким образом температура минус 131° соответствует приблизительно минус 87° С. Но такую температуру нельзя измерить ртутным термометром, так что сообщения из Енисейска, на которые опирался Ломоносов, были ошибочны. Замерзание ртути было открыто и описано в письме, адресованном в Академию наук наблюдателем Томской метеорологической станции Петром Саломатовым в 1734 г. В 1735 г. академик Гмелин наблюдал замерзание ртути в термометре, но в полном смысле слова не поверил своим глазам. И общепризнанное мнение, что ртуть заморозить нельзя, осталось непоколебленным. Открытие замерзания ртути в лабораторных условиях в опытах Брауна и вслед за тем Ломоносова относится к 1759 г. (Е. И. Тихомиров. История открытия замерзания ртути. Климат и погода, 1934, № 1, стр. 14).

[16] Стр. 231. *разность 135 градусов* — метеорология того времени не имела еще наблюдений для определения вертикального градиента температуры. Результаты наблюдений Соссюра во время его многократных восхождений в Альпах, давшие близкое к современному значению градиента (0,64° С на 100 *м*), были опубликованы через 20 с лишним лет (А. Х. Хргиан. Орас Бендикт Соссюр. Вопросы истории естествознания и техники, вып. 9, 1960, стр. 112).

Представления о климатах было в большей, чем в наше время, степени связаны с понятием широтного пояса (см. примечание 12 к этой работе). Вынужденный идти обходным путем, Ломоносов делает грубую прикидку, исходя из предположения, что сильные морозы в Енисейске связаны с высотой его над уровнем моря. Не имея данных о высоте расположения этого города, Ломоносов довольно правильно оценивает ее, но применяя неверные данные, полученные из Енисейска, к Петербургу, совершает ошибку, несмотря на пятикратный «запас» высоты. Градиент температуры получается слишком высоким — больше 8° С на

100 *м*. В действительности градиент температуры редко превосходит 1° С на 100 *м* и то лишь в приземном слое. Но разность температур у земли и в верхней части грозового облака, находящегося на высоте порядка 10 *км*, а иногда и выше, может приближаться к указанной Ломоносовым величине — 90° С, хотя обычно достигает 50—70° С. «Приземлив» грозовое облако, он тем самым преувеличил градиент температуры, что помогло ему обосновать свои соображения.

Если бы Ломоносов имел возможность правильно оценить высоту облака и градиенты температуры, ему было бы труднее отстаивать свою теорию. Мы имеем дело с нередким в истории науки случаем, когда правильная теория создается, несмотря на некоторые ошибки в исходных предположениях. В данном случае связанная с недостатком наблюдательного материала ошибка Ломоносова «скомпенсировала» незнание им других, выясненных лишь в XX в. причин развития восходящих токов воздуха — выделения тепла при конденсации водяного пара в восходящем теплом потоке (при фронтальных или шкваловых грозах) и вытеснения вверх теплового воздуха валом вторгающегося холодного воздуха.

По-видимому, именно в связи с разработкой теории грозы Ломоносов пришел к мысли построить прибор типа вертолета, названный им аэродромической машиной, для подъема приборов и получения данных о метеорологических и электрических характеристиках состояния атмосферы. Этот прибор демонстрировался в действии в Академическом собрании 1 июля 1754 г., но о применении его сведений не сохранилось.

Позднее в работе «О морозе, случившемся после теплой погоды в апреле месяце сего 1762 г.» (ПСС, т. 3, 1952, стр. 471—473) Ломоносов рассматривал три слоя атмосферы — нижний, «в котором происходят все перемены погод», средний, или морозный, и верхний, где «воздух всегда чист и свободен от всякой мглы и непрозрачности». Границу между нижним и средним слоями он в соответствии с наблюдениями Бугера и Кондамина оценивает в 4000 французских туазов (7,8 *км*) для Перу и в 1 версту для Парижа (летом). Граница между средним и верхним слоями проходит, по Ломоносову, на высоте около 7 верст.

[17] Стр. 231. *гуще нижнего четвертою долею* — об опытах, в которых Ломоносов определял зависимость плотности воздуха от температуры, он немного более подробно говорит в приложении к данной работе, опубликованном на стр. 257—272 настоящего издания: «Изъяснения, надлежащие к слову о электрических и воздушных явлениях». Из текста пункта IV (стр. 258) ясно, что выражение «верхний воздух должен быть гуще нижнего четвертою долею» нужно понимать не как отношение $1^1/_4 : 1$, а как отношение $1 : {}^3/_4$, или более точно, как 554:419, и что это отношение получено вычислением, так как прямые опыты проводились в более узком интервале температур (от —50 до +50 по Делилю или от —37 до +37 по Цельсию). Перейдя от 150-градусной шкалы к 100-градусной и пользуясь формулой Гей-Люссака (полученной в 1802 г.), можно получить значение коэф-

фициента объемного расширения воздуха, которое оказывается равным примерно $^1/_{367}$ (П. С. Кудрявцев. История физики, т. 1. М.— Л., 1956, стр. 336 и примечания 5—6 на стр. 530—531 настоящего издания).

[18] Стр. 231. *считая на одну линею барометра 15 сажен* — Ломоносов не указывает, из каких соображений или формул он получил эти данные. Выведенная Галлеем в 1685 г. барометрическая формула долго не получала признания. По А. Х. Хргиану (Очерки развития метеорологии, т. I. Л., 1959, стр. 57), она впервые получила практическое применение в 1749 г. во время градусного измерения в Перу, о котором Ломоносов упоминает в этой речи. Как показал В. Я. Билык (сб. «Ломоносов». М.— Л., Изд-во АН СССР, 1960, т. IV, стр. 47), Ломоносов пользовался старофранцузскими линиями (1 линия = 2,25 *мм*). Таким образом, в переводе на метрические меры (1 сажень = 2,13 *м*) Ломоносов принимает падение давления на 2,25 *мм* ртутного столба при подъеме на 32 *м*. Далее он, по-видимому, предполагает, что в интересующих его пределах давление можно принять убывающим пропорционально высоте и для высоты в 100 саженей (213 *м*) получает падение давления в 15 *мм*, что в самом деле не превосходит $^1/_{48}$ доли от 760 *мм*. В действительности падение давления на этой высоте равно примерно 20 *мм*, что составляет $^1/_{38}$ долю.

[19] Стр. 231. *движение воздуха в рудокопных ямах* — Ломоносов имеет в виду свою диссертацию «О вольном движении воздуха, в рудниках примеченном», написанную в 1744 г. и впервые опубликованную в 1750 г. (ПСС, т. 1, 1950, стр. 315—331).

[20] Стр. 233. *Двоякого рода материи к сему требуются* — Ломоносов придерживался общепринятого в те годы взгляда, согласно которому при получении электричества путем трения активную роль играет одно из веществ (янтарь, сера, стекло и т. п.), а другое является «неэлектриком». Поскольку вода, водяные пары считались тогда неэлектриками или производно-электрическими телами (проводниками), то Ломоносов неизбежно должен был искать в атмосфере частицы какого-то первично-электрического вещества (диэлектрика). Понимание того, что неэлектрик электризуется при трении электричеством другого вида, пришло в 1757—1759 гг. Как доказал Л. С. Минченко, в 1757 г. (публикация в 1759 г.) Эйлер отказался от этой, принимавшейся им в 1755 г. точки зрения, заметив что эфир не мог бы разрежаться в одном теле без того, чтобы не сгущаться в другом (Л. С. Минченко. Физика Эйлера. Труды Ин-та истории естествознания и техники, т. 19, 1957, стр. 256—258). В 1758 г. Вильке доказал, что при трении оба тела получают равные разноименные заряды. В 1759 г. была разработана дуалистическая теория Симмера. Что касается открытия двух видов электричества французским физиком Дюфе в 1730 г., то оно заключалось в том, что он получал разные виды электричества, натирая рукой разные вещества. Он не обратил внимания на то, что рука также получает в это время электричество, но другого вида.

[21] Стр. 234. *удобно выразуметь можно* — представление Ломоносова о возникновении электричества в облаке при трении капелек воды о жирные горючие частицы не соответствует современным теориям, но влияние тонко измельченных продуктов сгорания (в индустриальных районах), вулканических извержений, пылевых вихрей на электрические процессы в атмосфере — доказанный факт. Взвешенные в воздухе частицы становятся центрами конденсации, способствуют образованию водяных капель, а рассмотрение процессов в капле, ее движения и разного рода трансформаций составляет основное содержание теорий грозовых явлений. Общепринятой и свободной от трудностей теории, раскрывающей механизм образования и распределения зарядов в облаке пока не существует.

[22] Стр. 235. *весь оный занимает* — столкновение быстро движущихся частиц — один из источников электризации, облака, рассматриваемых в современной теории атмосферного электричества. Распределение зарядов по объему, а не по поверхности облака — факт, доказанный прямыми наблюдениями лишь в XX в.

[23] Стр. 236. *тем большую силу на себя принимают* — понятие емкости проводника еще не было введено в физику, но Ломоносов, опираясь на наблюдения, фактически им пользуется и с большим успехом. Для сравнения заметим, что тогда же (в сентябре 1753 г.) Франклин тоже размышлял об увеличении емкости воды при превращении в пар, но, связывая это со своей унитарной теорией, пришел к выводу, что облака (кроме особых исключительных случаев) должны иметь отрицательный заряд. Он писал, что если определенное количество воды «...разрежается путем ее превращения в пар и образует облако, тогда оно может приобрести и поглотить гораздо большее количество электрической жидкости, потому что есть место для того, чтобы всякая частица создала свою электрическую атмосферу. Таким образом, вода в своем разреженном состоянии, т. е. в виде облака, будет находиться в отрицательном электрическом состоянии...» (Вениамин Франклин. Опыты и наблюдения над электричеством. М., Изд-во АН СССР, 1956, стр. 117).

[24] Стр. 236, *около третьего или четвертого часа случаются* — Ломоносов основывался на собственных наблюдениях. Сохранились его записи о грозах, относящиеся к 1744—1748 гг. с указанием месяца, числа и часа (ПСС, т. 3, 1952, стр. 181—187).

[25] Стр. 237. *из свойств электрической силы изъяснены быть могут* — в соответствии с широко поставленным в заглавии речи вопросом о электричестве в метеорологии Ломоносов указывает геофизические аналоги не только искры, но и других видов электрического свечения, наблюдаемых в лабораторных условиях.

[26] Стр. 238. *за редкими и тонкими облаками* — здесь речь идет прежде всего о зарницах, отличие их вида от линейной молнии определяется отдаленностью от наблюдателя. Однако существуют и так называемые плоские молнии иной физической природы.

[27] Стр. 238. *Виргилий* — Вергилий, Публий Марон, 70—19 гг. до н. э., римский поэт. Ломоносов имеет в виду ст. 72—77 из VII книги «Энеиды».

[28] Стр. 238. *по сказанию многих, с шипением являются* — речь идет о так называемых огнях Св. Эльма, наблюдаемых на мачтах и других возвышающихся заостренных предметах. Это свечение вызывается различными формами коренного разряда, возникающего при повышении напряженности электрического поля (в частности, перед грозой) в результате электрического пробоя воздуха.

[29] Стр. 240. *Тифон* — слово, заимствованное из греческой мифологии и означавшее разрушительный вихрь, смерч.

[30] Стр. 240. *говорит Плиний* — Ломоносов цитирует Плиния Старшего (Естественная история, кн. II, гл. 49—50)

[31] Стр. 241. *с устремлением роет* — до настоящего времени не существует общепринятой теории, объясняющей образование смерча. Рациональный элемент в объяснении Ломоносова состоит в указании на связь смерча с грозовыми облаками и движением встречных потоков воздуха.

[32] Стр. 241. *и ради того тела первоначальной электрической силы* — Ломоносов имеет в виду диэлектрики (изоляторы). Позднее он стал употреблять более короткое выражение — «первично-электрические» тела.

[33] Стр. 243. *в движении материи тел собственной* — см. стр. 59—61 настоящего издания (§ 4—6 «Размышлений о причинах теплоты и холода»).

[34] Стр. 246. *в Фрейбергском летописце* — Ломоносов имеет в виду книгу А. Меллера «Theatri Freibergensis chronici pars posterior. Beschreibung der alten löblichen Bergk — Haupt — Stadt Freybergk in Meissen». Ander Buch, Freybergk, 1653 (Зрелища Фрейбургской хроники, часть вторая. Описание издревлеславного главного горного города Фрейберга в Мейссене. Книга вторая, Фрейберг, 1653).

[35] Стр. 246. *Кемпфер в Японском путешествии пишет* — Ломоносов ссылается на труд немецкого путешественника Э. Кемпфера «Histoire naturelle, civile et ecclesiastique de l'empire du Japon» (Естественная, гражданская и церковная истории Японской империи). Он был издан в двух томах в Гааге в 1729 г. Немецкое издание вышло в Ростоке в 1749 г.

[36] Стр. 248. *Из сочинений покойного господина профессора Рихмана известно* — Ломоносов имеет в виду диссертацию Г. В. Рихмана «De evaporatione ex aqua frigidiori aëre observationes et consectaria», напечатанную в т. II «Novi Commentarii Academiae scientiarum Petropolitanae», 1751, стр. 145—161; реферат ее под заглавием «О исхождении паров из воды, которая холоднее воздуха, наблюдения с следствиями» был напечатан в книге «Содержание ученых рассуждений имп. Академии наук, изданных во втором томе «Новых Комментариев» (СПб., 1751, стр. 19—22). Тому же вопросу посвящена речь Рихмана «Рассуждение о свойстве исхождения воды парами», произнесенная им 26 ноября 1749 г. и на-

печатанная в конволюте «Торжество Академии Наук... празднованное публичным собранием... ноября 26 дня 1749 года» (СПб., 1749, стр. 1—34).

[37] Стр. 248. *разность теплоты и стужи в воде и в воздухе* — из этого объяснения Ломоносова, соответствующего общей его тенденции применять новейшие физические исследования к объяснению геофизических (в данном случае метеорологических) явлений, видно, что представление о восходящих и нисходящих потоках воздуха является центральной идеей «Слова о явлениях воздушных...». О большом значении, которое Ломоносов придавал своей теории встречных вертикальных токов в атмосфере, свидетельствует включение ее в Прибавления ко 2-му изданию «Вольфианской экспериментальной физики», подготовленному Ломоносовым в 1760 г. В пункте 2 Прибавления II к части 3 Ломоносов резюмирует свои наблюдения следующим образом: «Кроме обыкновенного движения воздуха от всех сторон горизонта, найдено погружение сверху книзу и снизу кверху встречное восхождение, почти всегда во время тихия погоды бывающее, от коего происходят: 1) внезапные сильные морозы, 2) северные сияния, 3) росы падучия, 4) гром и молния. Сие доказано в моем Слове о электрических воздушных явлениях (ПСС, т. 3, 1952, стр. 435).

[38] Стр. 250. *определять вышину и расстояние северного сияния* — замечательный образец синтезирующей способности мышления Ломоносова — метод определения высоты полярного сияния при помощи лабораторного эксперимента. Идея, явно выходящая за пределы физики и геофизики XVIII в. Как и многие другие блестящие идеи Ломоносова в области эксперимента она, по-видимому, не была реализована.

[39] Стр. 251. *и сияние всегда видно* — в современных теориях полярных сияний еще меньше общепризнанных элементов, чем в теории грозы. Однако ясно, что применение Ломоносовым схемы образования грозового электричества к объяснению полярных сияний при всем его остроумии не было правильным. Тем не менее изучение Ломоносовым северного сияния имело следующие положительные результаты: обоснование истолкования полярных сияний как явления электрического; указание на динамический характер процессов, вызывающих это явление; применение моделирования полярных сияний при помощи электризации стеклянного шара, из которого выкачан воздух; определение высоты полярных сияний (см. примечание 20 к «Изъяснениям», стр. 532); описание и зарисовки полярных сияний.

[40] Стр. 255. *великая оного часть самому хвосту весьма подобна* — это соображение Ломоносова верно в том отношении, что, как показали спектральные наблюдения, видимое свечение головы и хвоста комет может быть следствием как отражения солнечного света, так и излучения нейтральных (голова) и ионизованных (хвост) молекул. Это касается в особенности хвостов I типа (газовых), которые состоят из облачных образований и струй. Хвосты II и III типов (пылевые) светятся отраженными лучами солнца.

[41] Стр. 255. *хвосты комет здесь почитаются за одно с северным сиянием* — в то время как сближение механизма электризации грозовых облаков и образования электрических зарядов, служащих причиной полярных сияний, не имело, как нам теперь ясно, достаточных оснований, сближение явлений полярных сияний и свечения кометных хвостов, указание на их связь с электрическими процессами оказалось удачной догадкой. В обоих случаях важную роль играет ионизирующее действие корпускулярного излучения солнца, изучение которого было начато в XX в. Поскольку Ломоносов не мог иметь необходимых наблюдений (даже теперь, при наличии немалого запаса наблюдений, теория свечения кометных хвостов находится в стадии разработки), правильные догадки Ломоносова должны быть зачислены в актив его научных результатов. Аргументация в пользу общности природы полярных сияний и свечения кометных хвостов приведена в конце «Изъяснений» к «Слову о явлениях воздушных...» (см. стр. 273 настоящего издания).

12

ИЗЪЯСНЕНИЯ, НАДЛЕЖАЩИЕ К СЛОВУ О ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ ВОЗДУШНЫХ ЯВЛЕНИЯХ

Печатается по тексту Полного собрания сочинений М. В. Ломоносова, М.— Л., Изд-во АН СССР, 1952, т. 3, стр. 101—133. Авторская рукопись не сохранилась. Русский текст впервые был опубликован в книге «Торжество Академии Наук,... празднованное публичным собранием... ноября 26 дня 1753 года», СПб., имп. Академия Наук, 1753, стр. 65—76; а латинский текст — в книге «Serenissimae, potentissimae ac invictissimae omnium Russorum imperatricis Elisabethae, Petri Magni filiae, initi regni solemnis annua Academia Scientiarum publico conventu die 26 novembris celebrat». Petropoli, typ Academiae Scientiarum, 1753, p. 59—68. Ломоносов включил эту работу в 1757 г. во второе издание своего Собрания сочинений (стр. 311—322). Дата написания 3—19 ноября 1753 г.

В Академических собраниях 26 октября, 1 и 3 ноября 1753 г. были заслушаны замечания профессоров И. А. Брауна, А. Н. Гришова и Н. И. Попова на речь Ломоносова «Слово о явлениях воздушных, от электрической силы происходящих» и ответы Ломоносова на эти замечания (сб. «Ломоносов», т. I, М.— Л., Изд-во АН СССР, 1940, стр. 75—107; Протоколы Конференции, т. II, стр. 289—290).

На заседании 3 ноября 1753 г. было принято решение напечатать речь Ломоносова вместе с его объяснениями и ответами на возражения оппонентов. Ломоносов писал об этом 4 ноября 1753 г.: «На вчерашнем Академическом собрании

не только было упомянуто о разъяснениях и дополнениях к моей речи, но при этом большинство, почти все славнейшие мужи, пожелали присоединить к концу речи, кроме объяснений таблиц, еще и дальнейшее пояснение моего мнения и его доказательство в примечаниях» (ПСС, т. 3, 1952, стр. 177).

В протоколе Академического собрания от 16 ноября 1753 г. сказано: «Миллер указал, что согласно приказу ... президента на Собрании не только должна быть прочитана диссертация почтеннейшего Ломоносова, если еще не читано всего того что почтеннейший автор добавил и изменил, но чтобы вместе с самой диссертацией стали общим достоянием все замечания и добавления, которые он обещал сделать к своей диссертации» (Протоколы Конференции, т. II, стр. 292).

«Изъяснения, надлежащие к Слову о электрических воздушных явлениях» были представлены Ломоносовым в Академическое собрание 19 ноября, но за недостатком времени прочесть их не смогли, а поэтому было решено предварительно напечатать их, а профессорам ознакомиться с их корректурой (Протоколы Конференции, т. II, стр. 292).

«Изъяснения...», помимо дополнения «Слова о явлениях воздушных...», содержат новые данные, в частности о северных сияниях и хвостах комет.

[1] Стр. 257. *Франклин в своих письмах* — Ломоносов имеет в виду книгу Experiments and observations on electricity, made at Philadelphia in America by mr. Benjamin Franklin and Communicated in several letters to mr. P. Collinson, of London, F.R.S. London, 1751. В нее вошли письма I—V общепринятой в настоящее время нумерации и дополнительные статьи, помещенные перед VI письмом во всех изданиях, в частности в русском: Вениамин Франклин. Опыты и наблюдения над электричеством. М., Изд-во АН СССР, 1956.

[2] Стр. 257. *о погружении верхнего воздуха я уже мыслил и разговаривал за несколько лет* — Ломоносов имеет в виду свое выступление в Академическом собрании 24 мая 1751 г. по поводу северных сияний, во время которого он, как сказано в протоколе, «предложил следующее новое мнение: физикам известно, что при вливании холодной воды в теплую возникает особое движение, зависящее от того, что теплая вода, как обладающая меньшим удельным весом, устремляется к внешней поверхности. Вследствие того, что в нашем воздухе должно возникнуть подобное же движение, когда более холодный воздух вторгается в нагретый воздух, то можно подозревать, что эти своеобразные воздушные явления может быть, производятся этим движением» (Протоколы Конференции, т. II, стр. 255).

[3] Стр. 258. *сие к моему оправданию присовокупить мне приговорили* — этот пункт «Изъяснений» связан с высказанным в отзыве академика Гришова сомнением относительно оригинальности некоторых идей Ломоносова.

Гришов писал: «... ученейший Франклин, автор опытов по естественному электричеству, после многих лет, наконец, в сочинении, напечатанном в Лондоне, мимоходом предложил и провел то же самое мнение о северном сиянии и

о нисхождении верхнего воздуха в нижележащий ...Я уверен, что почтеннейшему г. советнику Ломоносову это мнение Франклина осталось неизвестным, да и он сам признает это. Для того же чтобы ученый мир мог думать об этом не иначе, чем мы, необходимо, по-моему, чтобы почтеннейший г. советник публично заявил о том в своей диссертации» (цит. по публикации Н. И. Идельсона, С. А. Аннинского и Л. Б. Модзалевского «Теория Ломоносова о строении комет». Новые данные к «Слову о явлениях воздушных от электрической силы происходящих». В сб.: «Ломоносов», т. I. М.— Л., Изд-во АН СССР, 1940, стр. 81).

После разъяснений Ломоносова в окончательном варианте отзыва это возражение было снято, но тем не менее Ломоносов счел нужным вернуться к этому вопросу в «Изъяснениях».

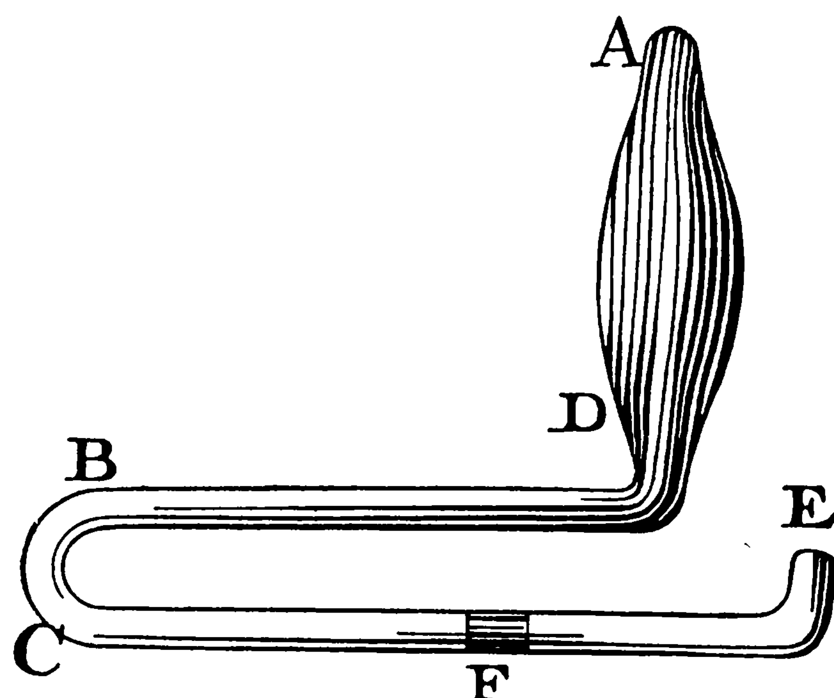
Независимость мыслей Ломоносова о вертикальных токах воздуха от соображений Франклина исчерпывающе доказывается выпиской из протокола 1751 г., приведенной в предыдущем примечании. Взгляды Франклина и Ломоносова на происхождение атмосферного электричества и северных сияний столь не похожи, что вопрос о том, был ли знаком Ломоносов с изданными к тому времени письмами Франклина, не имеет того значения, какое ему хотел придать Гришов.

Франклин неоднократно высказывал различные соображения по поводу происхождения атмосферного электричества и северных сияний, но Ломоносову в 1753 г. могли быть известны только мысли, изложенные в письме Франклина Джону Митчеллу от 29 апреля 1749 г. Письмо Питеру Коллинсону, относящееся к сентябрю 1753 г. (письмо XII по всем английским и русскому изданиям), было впервые опубликовано в 1754 г. (New experiments and observations on electricity. Made at Philadelphia in America. By Benjamin Franklin, esq. commun cated to P. Collinson, esq.; of London, F. R. S. and read at the Royal Society June 27, and July 4 1754, pt III. London, 1754).

Письмо XIV, написанное 24 января 1752 г., было прочитано в Королевском обществе 27 мая 1756 г. и попало лишь в 4-е английское издание сочинений Франклина (Experiments and observations on electricity made at Philadelphia in America, by Benjamin Franklin, LLD and FRS. London, 1769).

В пункте 41 письма Митчеллу от 29 апреля 1749 г. (Письмо V, содержащее наблюдения и предложения, сделанные для разработки новой гипотезы в целях объяснения ряда явлений при грозовых бурях. На русском языке: Вениамин Франклин. Опыты и наблюдения над электричеством. Изд-во АН СССР, 1956, стр. 48). Франклин говорит о подъеме теплого воздуха и опускании холодного после продолжительного прогревания какого-то участка суши солнечными лучами. Но он привлекает эти перемещения воздушных масс для объяснения сближения облаков, уже заряженных «электрическим огнем», и создания благоприятных условий для разряда, в то время как у Ломоносова вертикальные перемещения воздушных масс — причина возникновения электрической силы в результате трения встречных потоков, соударения составляющих их частиц. По Франк-

лину, источником грозового электричества является поверхностный слой морской воды. При трении частиц воды (электрика per se) и соли (неэлектрика) у поверхности океана электрический огонь извлекается из нижележащих слоев морской воды и вместе с испаряющейся водой переходит в атмосферу, образуя сильно наэлектризованные облака. Эти облака «могут быть занесены из середины самого необъятного океана в глубь широчайшего континента» и там, опускаясь на место нагретого разреженного воздуха и встречаясь с нейтральными облаками, произвести грозу (Франклин. Опыты и наблюдения над электричеством. Письмо V, пункты 8—10, 27, 41, стр. 41—42, 44, 48). В упомянутых выше XII и XIV письмах Франклин подверг сомнению и затем отбросил объяснение электризации облаков в результате испарения электрически заряженной океанской воды и объяснил причину своей ошибки: он считал свечение верхних слоев воды в океанах свидетельством ее наэлектризованности. Однако каких-либо новых плодотворных идей об источнике атмосферного электричества он не выдвинул. Таким образом, дело не только в том, что Ломоносов тщательно, специально поставленными лабораторными опытами обосновывал возможность и в некоторых случаях неизбежность опускания холодного тяжелого воздуха на место нагретого, легкого, но и в той роли, которую придавал Ломоносов этому процессу в возникновении атмосферного электричества.



Манометр Хр. Вольфа

[4] Стр. 258. *пункт замерзания, по моему разделению, O* — Ломоносов пользовался 150-градусной шкалой Делиля, но у Делиля нулем была обозначена температура кипения воды, Ломоносов же в данном случае, как и во многих других, принимает ее за 150 градусов, а температуру замерзания за нуль.

[5] Стр. 258. *в манометрических трубках равной ширины без шариков* — этот эксперимент Ломоносова, предвосхищающий аналогичные опыты Гей-Люссака начала XIX в., вполне оригинален. Манометрические трубки, о которых упоминает Ломоносов, применялись для определения изменений плотности атмосферного воздуха. В § 84 главы третьей «Вольфианской экспериментальной физики», переведенной Ломоносовым на русский язык в 1746 г., описывается манометр, сконструированный Х. Вольфом: «Господин Вольф сделал манометр из широкой трубки *AD*, в *A* заплавленной, и из другой тоненькой *BCDF*, по горизонту лежащей, везде равного диаметра, которого пропорцию к широкой трубке можно узнать, налив какой-нибудь жидкой материи, например ртути. Выгнав несколь-

ко воздуху теплотою, частицу ртути F сквозь отверстие E впустить должно, ибо, если воздух от какой-нибудь причины гуще бывает, частица ртути к широкой трубке AB подвинется, а если реже, то от ней отдалится. Ртуть стоит в горизонтальной трубке и для того равновесию включенного в широкой трубке A воздуха со внешним тягостию своею препятствовать не может» (ПСС, т. 1, 1950, стр. 457). Ломоносов видоизменил конструкцию трубки, сделав ее одного сечения по всей длине и, так сказать, обратил опыт: измеряемой величиной стала плотность воздуха в закрытой части трубки, причем величиной, изменяемой произвольно, в то время как у Вольфа трубка служила для фиксирования не зависящих от экспериментатора изменений плотности атмосферного воздуха, наполняющего открытый конец трубки.

[6] Стр. 258. *однако посредственная нашлась нарочито правильна* — это означает, что Ломоносов обнаружил влияние величины начального объема газа в закрытой части трубки на результаты измерений и, варьируя его, брал средние значения. К сожалению, он не указал, как осуществлялось нагревание и охлаждение воздуха, как обеспечивалось равенство «прочих обстоятельств», поэтому мы лишены теперь возможности выяснить причины получения несколько заниженного значения α. См. Примечание 17 к «Слову о явлениях воздушных».

[7] Стр. 259. *во втором путешествии Алпинском* — имеется в виду книга: J. J. Scheuchzers Natur-Geschichte des Schweitzerlandes samt seinen Reisen über die schweitzerische Gebürge. Zürich, 1746 (Естественная история Швейцарии И. Я. Шейхцера и его путешествия через Швейцарские горы. Цюрих, 1746).

[8] Стр. 262. *хотя пишет как стихотворец* — см. примечание 27 к «Слову о явлениях воздушных» (стр. 525).

[9] Стр. 262. *повествованием Ливиевым* — Ломоносов ссылается на труд Тита Ливия (59 г. до н. э.— 17 г. н. э.) по истории Рима. См. русское издание: Тит Ливий. Римская история от основания города, т. III. М., 1896, стр. 97.

[10] Стр. 262. *Плиний в книге 2, в главе 37 сказывает* — Ломоносов цитирует «Естественную историю» Плиния Старшего.

[11] Стр. 262. *Либерт Фромонд* — имеется в виду книга Л. Фромонда «Meteorologicorum libri sex. Antverpiae, 1627, ed. 2. Lovanii, 1646 (Шесть книг метеорологии. Антверпен, 1627; изд. 2-е. Лувен, 1646).

[12] Стр. 263. *в Ведомостях поставлены* — имеется в виду номер «Санктпетербургских Ведомостей» от 3 августа 1753 г.

[13] Стр. 263. *линеал* — железная линейка указателя Рихмана.

[14] Стр. 263. *Соколов* — гравировальный мастер Академии наук.

[15] Стр. 264. *В 26 число мая сего года* — результаты наблюдений Ломоносова 26 и 29 мая 1753 г. были опубликованы в Санктпетербургских Ведомостях от 4 июня 1753 г.

[16] Стр. 264. *Июня 5 числа* — описание наблюдений Ломоносова 5 и 10 июня 1753 г. опубликовано по рукописи в ПСС, т. 3, 1952, стр. 189—192.

[17] Стр. 266. *как советует господин Винклер* — очевидно, подразумевается диссертация И. Г. Винклера «De avertendi fulminis artificio ex doctrina electricitatis...» Lipsiae, 1753 (Об искусстве отвращения молнии на основании теории электричества. Лейпциг, 1753), в которой рассматриваются обстоятельства гибели Рихмана.

[18] Стр. 266. *в тех же письмах несколькими словами касается* — Ломоносов имеет в виду пункт 40 V письма Франклина (стр. 47—48 по изд. АН СССР, 1956), так как другое высказывание Франклина о полярных сияниях, относящееся к 1752 г., было опубликовано позднее (письмо XVI, стр. 167 того же издания). В V письме Франклин писал, что источником электричества, вызывающего полярные сияния, как и электричества гроз, служат испарения морской воды в тропических районах океанов, образующие непрерывный ток электричества по направлению к полюсу, где происходит разряд и свечение. Отсюда ясно, в частности, что Франклин не отдавал себе отчета в том, что полярные сияния происходят на такой высоте, куда водяные пары не поднимаются, в то время как Ломоносов определял высоты полярных сияний и знал, что они простираются на сотни километров.

[19] Стр. 267. *ода моя о северном сиянии* — имеется в виду ода «Вечернее размышление о божием величестве при случае великого северного сияния», впервые напечатанная в 1748 г. в «Кратком руководстве к красноречию» Ломоносова. См. также ПСС, т. 8, 1959, стр. 120—123.

В 1743 г. Ломоносов еще не имел определенного мнения о причине полярных сияний и перечислил в своей оде казавшиеся возможными объяснения. Одна группа их связывала это явление с оптическими эффектами, вызванными солнечным светом — преломлением солнечных лучей в слоях уплотненного воздуха (строки 38—39), освещением солнцем верхушек туч (строка 40). Другая группа гипотез касается «эфирно-электрических» процессов. «Как молния без грозных туч стремится от земли в зенит?» — вопрошал Ломоносов за несколько лет до того, как Франклин начал интересоваться электрическими опытами. Строки «Там спорит жирна мгла с водой» — прообраз будущей теории грозы Ломоносова. Однако в «Изъяснениях» он ссылается на оду как на доказательство своих давнишних мыслей о связи полярных сияний с движением эфира. Эти строки в двух вариантах звучат следующим образом: «И гладки волны бьют ефир», «И движется от волн Ефир». Истина заключалась в синтезе «эфирно-электрических» и «солнечных» гипотез, так как действительно солнце «ставит там свой трон» (строка 21) при помощи ионизирующих корпускулярных излучений.

[20] Стр. 270. *вышина верхнего края дуги около 420 верст* — метод определения высоты полярного сияния как в «Изъяснениях», так и самом «Слове» описан Ломоносовым лишь в самых общих чертах. Результат же — весьма высокого качества. Осуществленные в XX в. определения высот полярных сияний одновременным фотографированием из разных пунктов показали, что свечение может распро-

страняться в пределах от 85 до 1000 *км,* причем нижний край, как правило, располагается на высоте 100—110 *км,* а верхний — 200—400 *км.* По свидетельству Б. Н. Меншуткина, в одной из записок, найденных среди рукописей Ломоносова, имеется указание, что высота нижнего края сияния была им определена в 140 верст (Б. Н. Меншуткин. Труды Ломоносова по физике и химии. М.—Л., Изд-во АН СССР, 1936, стр. 188).

[21] Стр. 270. *из наблюдения господина Гейнсия* — Готфрид Гейнзиус (1709—1769), с 1736 по 1744 г. академик-астроном Петербургской Академии наук. Его книга «Beschreibung des im Anfang 1744 erschienen Cometen nebst einigen darüber angestellten Betrachtungen» (Спб., 1744) была в том же году опубликована и на русском языке в переводе Ломоносова под заглавием «Описание в начале 1744 г. явившияся кометы купно с некоторыми учиненными об ней рассуждениями» — (ПСС, т. 4, 1955, стр. 7—110).

[22] Стр. 272. *Гевелий* — имеется в виду книга Я. Гевелия Cometographia totam naturam cometarum... exhibens. Gedani, 1668. (Кометография, представляющая всю природу комет ...Данциг, 1668).

[23] Стр. 272. *приметил уже Кеплер* — наблюдения Кеплера над кометой 1607 г. описаны в труде De Cometis libelli tres... Augustae Vindelicorum, 1619 (Три книги о кометах... Аугсбург, 1619).

13

ТЕОРИЯ ЭЛЕКТРИЧЕСТВА, ИЗЛОЖЕННАЯ МАТЕМАТИЧЕСКИ М. ЛОМОНОСОВЫМ

Печатается по тексту Полного собрания сочинений М. В. Ломоносова, М.— Л., Изд-во АН СССР, 1952, т. 3, стр. 265—313.

Оригинал на латинском языке под названием «Theoria electricitatis methodo mathematica concinnata». Латинский текст был впервые опубликован в Сочинениях М. В. Ломоносова, Л. Изд-во АН СССР, 1934, т. VI, стр. 202—219, а полный русский перевод Б. Н. Меншуткина в его книге: «Труды М. В. Ломоносова по физике и химии», М.— Д., Изд-во АН СССР, 1936, стр. 199—209.

В Архиве Академии наук сохранилась рукопись Ломоносова (Архив АН СССР, ф. 20, оп. 1, № 3, л. 149, 156—166). Он начал писать эту работу 5 апреля 1756 г., судя по собственноручной помете Ломоносова на первой странице рукописи. И по времени написания и по содержанию «Теория электричества» связана с «Словом о происхождении света». В составленном им плане восемь глав. В рукописи имеется лишь первая глава и незаконченная вторая.

[1] Стр. 278. *вторые же лишены этого качества* — как и все его современники, Ломоносов интересовался только состоянием натираемого первично-электрического тела, не обращая внимания на то, что натирающее тело тоже электризуется. Но в то время как Франклин считал, что при этом происходит «перекачивание» электричества из одного тела (в первую очередь из Земли) в другое, Ломоносов видел преобразование одного механического движения (трения двух тел) в другое (вращение частиц эфира внутри натираемого первично-электрического тела). См. также примечание 20, на стр. 523.

[2] Стр. 280. *многие приближаются к первичным* — уже в 1756 г. Ломоносов не только ставит задачу количественного сравнения электрических свойств тел первично и производно электрических (диэлектриков и проводников), но и указывает на существование тел с промежуточными свойствами.

[3] Стр. 280. *так называемым тонким материям* — здесь Ломоносов стремился включить учение об электричестве в разрабатывавшуюся им кинетическую систему физики. Путь к объяснению электрических свойств тел он видел в изучении их структуры. Он стремился привлечь химию к объяснению электрических эффектов в то время, когда еще не были открыты химические эффекты электрических разрядов и токов (за исключением вызываемого разрядами горения).

[4] Стр. 280. *истинной причины электричества* — если на рубеже XVIII—XIX вв. трактовки электрических явлений с позиций механики и химии не имели ничего общего или, во всяком случае, касались разных эффектов, то у Ломоносова они находились в гармоническом единстве, так как химия Ломоносова — это микромеханика.

[5] Стр. 281, § 22 и 23. *электрическая материя тождественна с эфиром* — в соответствии с основными принципами ломоносовской физики — принципами близкодействия и сохранения движения он должен был допустить существование электрического эфира — «нечувствительной жидкой материи», посредством которой распространяются электрические действия в безвоздушном пространстве. Но, будучи в то же время убежденным в простоте устройства мира, он, естественно, должен был ожидать, что передача света, тепла и электричества через безвоздушное пространство происходит посредством одного и того же эфира.

[6] Стр. 286. *эолипил* — прибор для демонстрации механической силы струи пара. Представляет собой полый металлический шар с небольшим отверстием, к которому примыкает тоненькая трубочка. Этот прибор описан подробно в четвертой главе «Вольфианской экспериментальной физики» (ПСС, т. 1, 1950, стр. 457—459).

[7] Стр. 293. *свободном, не стесненном...* — изложение не доведено до определения вида движения эфира, ответственного за электрические явления. В § 24 главы первой лишь в общем виде поставлен вопрос об объяснении электричества движением эфира. В главе же второй выясняются свойства эфира лишь в связи с учением о распространении света и тепла. Некоторую ясность вносит написан-

ное в том же году «Слово о происхождении света» (стр. 294—317 настоящего издания), где получение электричества при трении связывается с сообщением вращательного движения частицам эфира, находящимся в промежутках между атомами и молекулами. Проводимость металлов, воды объясняется передачей вращательного движения частицами эфира. При объяснении взаимодействия наэлектризованных тел через эфир Ломоносов должен был встретиться с огромной трудностью. Вращательное и колебательное движения эфира были «заняты» в его теории распространением тепла и света. Как видно из доказательства на стр. 283 настоящего издания, Ломоносов не считал возможной передачу света и тепла одним и тем же видом движения эфира. Маловероятно, чтобы он не искал отдельного вида движения и для передачи электричества, но оставалось лишь многократно критиковавшееся им в связи с ньютоновской теорией света поступательное движение, трудно соединимое к тому же с вращательным характером «электрического» движения эфира в проводниках. Таким образом, весьма возможно, что одной из причин незавершенности «Теории электричества» явилась та самая проблема механизма распространения электрических (а позднее и электромагнитных) взаимодействий через эфир, над которой бились крупнейшие умы XIX в. и которая была снята в специальной теории относительности.

О другой причине прекращения работы над теорией электричества можно догадаться, прочитав заключительную часть «Слова о происхождении света», где говорится о неполноте изложения теории цветов в этой речи: «...к ясному всего истолкованию необходимо нужно предложить всю мою систему физической химии, которую совершить и сообщить ученому свету препятствует мне любовь к российскому слову, к прославлению российских героев и к достоверному изысканию деяний нашего отечества» (см. стр. 316 настоящего издания). Ломоносова отвлекала в то время от физики и химии работа над «Древней российской историей», филологические исследования, создание поэмы «Петр Великий».

14

СЛОВО О ПРОИСХОЖДЕНИИ СВЕТА, НОВУЮ ТЕОРИЮ О ЦВЕТАХ ПРЕДСТАВЛЯЮЩЕЕ, В ПУБЛИЧНОМ СОБРАНИИ ИМПЕРАТОРСКОЙ АКАДЕМИИ НАУК ИЮЛЯ 1 ДНЯ 1756 ГОДА ГОВОРЕННОЕ МИХАЙЛОМ ЛОМОНОСОВЫМ

Печатается по тексту Полного собрания сочинений М. В. Ломоносова, М.—Л., Изд-во АН СССР, 1952, т. 3, стр. 315—344. Впервые было напечатано отдельным изданием в 1757 г. под названием: «Слово о происхождении света, новую теорию

о цветах представляющее, в публичном собрании имп. Академии Наук июля 1 дня 1756 года говоренное Михайлом Ломоносовым. Печатано в Санктпетербурге, при имп. Академии наук» в количестве 400 экземпляров.

В этом же году Ломоносов включил это «Слово» в свое второе «Собрание разных сочинений в стихах и в прозе». До 20 мая 1757 г. адъюнкт Академии наук Г. В. Козицкий перевел «Слово» на латинский язык (Архив АН СССР, ф. 3, оп. 1, № 231, л. 94). В марте 1758 г. «Слово» было напечатано отдельным изданием на латинском языке, тиражом 400 экземпляров, и вышло в свет в 1759 г. под названием: «Oratio de origine lucis sistens novam theoriam colorum, in publico conventu Academiae Scientiarum imperialis Petropolitanae propter nominis festivitatem serenissimi principis magni ducis Pauli Petridae habita calendis Juliis anni MDCCLVI a Michaele Lomonosow, consiliario academico. Ex rossica in latinam linguam conversa Gregorio Kositzki. Petropoli, typis Academiae Scientiarum».

Ломоносов уже в ранних работах 1742—1743 гг. делает интересные замечания о теории цветов (см. «Элементы математической химии», «276 заметок по физике и корпускулярной философии»). В 1748 г. Ломоносов начал производить опыты в Химической лаборатории по исследованию «натуры цветов» для изыскания «разноцветных стекол к мозаичному художеству» и продолжал ими заниматься в течение нескольких лет. Так, в январе 1749 г. Ломоносов запланировал написать диссертацию для «Комментариев» «теорию новую о цветах» (ПСС, т. 10, 1957, стр. 377). В отчете о работах за январскую треть 1749 г. он указывал, что «делал химические опыты, до крашения стекол надлежащие» (ПСС, т. 10, 1957, стр. 378), а в отчете за сентябрьскую треть 1749 г. писал: «...трудился я в деле крашеных, разных стекол как для исследования теории о цветах, так и для разных употреблений оных в финифтяном деле, в чем имею нарочитый успех» (ПСС, т. 10, 1957, стр. 381). В первой половине 1750 г. Ломоносов продолжает производить опыты. В рапорте от 11 мая 1750 г. он пишет: «В прошлой трети трудился я в делании крашеных стекол и в других химических опытах для исследования натуры цветов» (ПСС, т. 10, 1957, стр. 382). Ломоносов работает над теорией цветов в 1751—1754 гг. (ПСС, т. 10, 1957, стр. 389—391). Он пишет 12 февраля 1754 г. Л. Эйлеру в Берлин: «В течение трех лет я был весь погружен в физико-химические испытания, предпринятые для разработки учения о цветах. И труд мой оказался не бесплодным, так как, кроме результатов, полученных мною при различных растворениях и осаждениях минералов, почти три тысячи опытов, сделанных для воспроизведения разных цветов в стеклах, дали не только огромный материал для истинной теории цветов, но и привели к тому, что я принялся за изготовление мозаик» (ПСС, т. 10, 1957, стр. 500 и 502).

18 апреля 1754 г. Ломоносов предложил в Академическом собрании тему для выступления с речью на русском языке о новой теории цветов (Протоколы Конференции, т. II, стр. 302), но публичное собрание в 1754 г. не состоялось. Ломоносов снова предложил эту тему 13 мая 1756 г. (Протоколы Конференции, т. II,

стр. 350). 26 июня 1756 г. он прочитал в Академическом собрании часть своей диссертации о новой теории цветов (Протоколы Конференции, т. II, стр. 353).

1 июля 1756 г. состоялось торжественное Академическое собрание, в котором Ломоносов произнес на русском языке «Слово о происхождении света, новую теорию о цветах представляющее». Вскоре после издания этой диссертации Ломоносова на латинском языке за границей появились ее рефераты и отзывы. В 1758 г. в немецкой газете «Neue Zeitungen von Gelehrten Sachen auf das Jahr 1758». Leipzig, 1758, N 98, vom 7 December был дан подробный реферат «Слова о происхождении света...» Рецензент критиковал Ломоносова за оспоривание закона преломления лучей Ньютона, но находил, что теория цветов Ломоносова удачно объяснена и доказана. В 1759 г. немецкая газета «Göttinggenische Zeitungen von Gelehrten Sachen auf das Jahr 1759». Göttingen, 1759, Stück 51 vom 28 April поместила изложение этой диссертации Ломоносова с отрицательной критикой ее. В этом же году во французском «Энциклопедическом журнале» (Journal encyclopédique par une société de gens lettres. Liége, 1759, t, 4-me partie, pour le 1 Fevrier, p. 3—14) в рецензии указывались оригинальность идей Ломоносова и его теории совмещения частиц, которая служит основанием для развития взглядов на природу света и цветов. В заключение рецензент пишет: «Мы не поступим далее в сем рассуждении; оно довольно приносит чести остроумию и рассуждению господина Ломоносова и подает причину удивляться приращению наук в тех краях, где мы недавно видели их рождение» (Сочинения М. В. Ломоносова. М.— Л., Изд-во АН СССР, 1958, т. VIII, стр. 288. Дано в переводе Ломоносова).

«Журнал ученых» (Le Journal des Sçavans pour l'année 1759. Juin, vol. II. Paris, p. 440) дал краткую информацию о теории цветов Ломоносова. Эта информация была перепечатана в июльском номере амстердамского журнала, представляющего собой перепечатку двух весьма различных по направлению французских научных журналов (Journal des Sçavans, combiné avec les Mémoires de Trévoux, N 8, 1759, p. 392—394). В октябрьском номере за тот же год на стр. 389 кратко упоминается о речи Ломоносова, а в мартовском номере за 1760 г. (стр. 251—263) голландский издатель М. М. Рей в качестве прибавления дал подробное изложение «Слова о происхождении света» с положительной оценкой этого труда.

В английском журнале «Monthly review» (London, 1759, vol. 21, p. 254) напечатали рецензию на «Слово о происхождении света», в которой признали его «в целом довольно остроумным», но выводы диссертации неприемлемыми. К этому нужно прибавить, что Томас Юнг, с именем которого обычно связывается разработка трехцветной теории зрения, поместил работу Ломоносова первой в разделе физической оптики своей обширной библиографии «A catalogue of works relating to natural philosophy and the mecanical arts» (1807) и, как показывают его труды, был хорошо с ней знаком.

«Слово о происхождении света» было единственной работой Ломоносова по оптике, опубликованной в XVIII в. и ставшей известной за пределами Академии наук. Между тем он много занимался усовершенствованием оптических инструментов, организовал у себя дома оптическую мастерскую, высказал новые плодотворные идеи; некоторые из них были впоследствии осуществлены Гершелем (зеркальный телескоп, состоящий из одного вогнутого зеркала и окуляра; установление рефлектора под небольшим углом к оси трубы с целью вынесения за пределы трубы плоского зеркала, которое загораживало часть падающих лучей)

Много времени Ломоносов посвятил созданию «ночезрительной трубы», несмотря на жесткую и несправедливую, как теперь ясно, критику со стороны Эпинуса. Ему принадлежали также идеи рефрактометра для определения состава тел по коэффициенту преломления света, горизонтоскопа (полемоскопа) и т. д.

[1] Стр. 295. *Картезиево* — воззрения Рене Декарта (Картезия) на природу света изложены в его «Рассуждении о методе» (Discours de le méthode), изданном в Лейдене в 1737 г.

[2] Стр. 295. *от Гугения* — «Трактат о свете» нидерландского математика и физика Христиана Гюйгенса (1629—1695) был написан в 1678 г., но опубликован лишь в 1790 г. в Лейдене на французском языке. Имеется русский перевод, изданный В. К. Фредериксом (М.— Л., ОНТИ, 1935).

[3] Стр. 295. *от Гассенда* — французский философ Пьер Гассенди (1592—1655) высказал свои соображения по поводу природы света в труде «Свод философии» (Syntagma philosophicum), изданном в Лионе в 1658 г.

[4] Стр. 295. *и Невтоновым* — оптические исследования Ньютона в наиболее систематической форме изложены в его труде «Оптика, или трактат об отражениях, преломлениях, отклонениях и цветах света», изданном на английском языке в Лондоне в 1704 г. и на латинском там же в 1719 г. В 1927 г. С. И. Вавилов опубликовал русский перевод этого труда. Он же провел подробный анализ взглядов Ньютона по вопросам оптики, основанный на рассмотрении всей совокупности его трудов (С. И. Вавилов. Собрание сочинений, т. III. М., Изд-во АН СССР, 1956).

[5] Стр. 296. *чувствительное время, в которое свет от солнца к нам приходит* — в 1676 г. датский астроном Олаф Ремер опубликовал результаты измерения скорости света при помощи наблюдения затмений спутников Юпитера и доказал, что она является хотя и весьма большой, но конечной величиной. Гюйгенс считал результаты опытов Ремера аргументом в пользу волновой теории, так как через эфир, состоящий из весьма малых твердых сферических частиц, соприкасающихся друг с другом, волновое движение может передаваться с огромной скоростью, а перемещение с такой скоростью потока частиц казалось малоправдоподобным.

[6] Стр. 297. *какою проходит голос к уху* — таким образом Ломоносов считал что конечность скорости распространения света согласуется с теорией истечения

Ньютона, хотя и никак не может служить доказательством ее справедливости.

[7] Стр. 300. *доказано мною в Рассуждении о причине теплоты и стужи* — см. § 11 «Размышлений о причине теплоты и холода» на стр. 64 настоящего издания.

[8] Стр. 301. *крепкая водка* — азотная кислота.

[9] Стр. 302. *и к ответам* — Ломоносов имеет в виду статью «Рассуждение об обязанностях журналистов при изложении ими сочинений, предназначенное для поддержания свободы философии». Оно было написано в августе 1754 г. (ПСС, т. 3, 1952, стр. 201—232).

[10] Стр. 303. *следовательно, остается одно третье* — Ломоносов ошибался, считая механизм распространения тепла через эфир отличным от механизма распространения света.

Построение конкретной механической модели микроскопических движений частиц обычной материи и эфира было безнадежным предприятием не только для XVIII в., когда отсутствовали экспериментальные возможности. Математизированное рассмотрение тепловых, оптических и электрических процессов в веществе первоначально было проведено в макроскопическом плане (термодинамика, волновая оптика, электродинамика Фарадея — Максвелла). При статистическом подходе к проблеме тепловых движений оказалось, что они могут быть и поступательными и вращательными и колебательными и относиться не только к движению отдельных атомов и молекул, но и более мелких структурных единиц. Когда появилась возможность экспериментального изучения мельчайших частиц материи, классическая механика должна была уступить место квантовой физике, и от наглядных моделей пришлось отказаться.

Прогрессивность изложенных на этих страницах соображений Ломоносова состоит в правильной для XVIII — начала XIX в. натурфилософской направленности, поскольку важнейшей задачей указанного периода было установление единства и взаимосвязи явлений природы, происходившее по необходимости на почве механики.

Именно убежденность в тесной связи явлений тепла, света, электричества, являющихся проявлениями микродвижений частиц вещества и эфира, позволила Ломоносову планировать опыты, успешно осуществленные лишь во второй половине XIX в.: «...будет ли луч иначе преломляться в стекле или воде наэлектризованной»? (127 заметок к теории света и электричества.— ПСС, т. 3, 1952, стр. 241) — опыт Д. Керра, 1875; «Отведать в фокусе зажигательного стекла электрической силы» (Химические и оптические записки. ПСС, т. 4, 1955, стр. 408) — неясное предвидение фотоэффекта.

К области тех же поисков взаимовлияния различных процессов относятся замечания: «Расплавить наэлектризованное олово; не сделается ли оно жидким при меньшем градусе огня?» (127 заметок к теории света и электричества. ПСС, т. 3, 1952, стр. 245) «Надо попробовать, будут ли цвета радуги в горячей воде ярче, чем в холодной или наоборот, то же в воде электризованной и неэлектризован-

ной» (Там же, стр. 263). Надо объяснить, почему раскаленные тела испускают свет» (276 заметок по физике. ПСС, т. 1, стр. 131) и т. п.

[11] Стр. 304. *Я называю оное совмещением частиц* — принцип совмещения — центральная идея этого труда. Он соответствует принципу резонанса при рассмотрении взаимодействия света и вещества в современной физике (С. И. Вавилов. Оптические воззрения и работы М. В. Ломоносова. В кн.: С. И. Вавилов. Собр. соч., т. III, Изд-во АН СССР, 1956, стр. 169). Поскольку в «Слове о происхождении света» господствуют проблемы цветоведения и в этой тесно связанной с практикой науке три цвета выделяются в качестве главных вполне обоснованно, применение принципа совмещения получило ограниченное и чисто механическое (аналогия с шестеренками) оформление.

[12] Стр. 309. *Мариотта* — исследования Мариотта по цветоведению обобщены в его труде «De la nature des couleurs» (О природе цветов), изданном в Париже в 1681 г.

[13] Стр. 309. *три, а не семь главных цветов* — К. С. Ляликов, изучавший труды Ломоносова с точки зрения определения его роли в развитии цветоведения, при сравнительном анализе трудов Мариотта и Ломоносова пришел к выводу, что разработка первой теории, в основе которой лежит представление о трех основных цветах спектра, принадлежит Ломоносову, так как «приводя описания ряда опытов, из которых можно было бы сделать вывод, что в спектре есть три главных цвета, Мариотт нигде не решается сформулировать это первое положение теории цветов» (К. С. Ляликов. Теория цветов Ломоносова. В сб.: «Ломоносов», т. III. М.—Л., Изд-во АН СССР, 1951, стр. 21). Кроме того, согласно Ляликову, Мариотт лишь вскользь высказал мысль, что черный и белый цвета не следует включать в ряд цветов, в то время как Ломоносов довел эту мысль до логического завершения (там же, стр. 21—22). Разумеется, Ломоносов не заимствовал свою теорию у Мариотта, но опирался на его опыты как на доказательство факта существования трех основных цветов в спектре. Факт существования трех основных красок, пользуясь которыми можно получить все цвета, был установлен задолго до того в практической работе художников и общеизвестен.

[14] Стр. 310. *в углях огонь красный, в самом пламени желтый, между углями и желтым пламенем голубой* — чрезвычайно остроумный при всей его несостоятельности довод в пользу выбора трех основных цветов: раскаленные угли и пламя дают возможность наблюдать одновременно три цвета — красный, желтый и голубой, считавшиеся основными у художников, в теории Ломоносова и, позднее. в теории Юнга.

[15] Стр. 310. *Чистая двойная водка* — этиловый спирт.

[16] Стр. 312. *в чувстве зрения разные цветы* — не углубляясь в вопросы физиологии зрения, Ломоносов высказывает глубоко правильную мысль о связи «чувства зрения» с «совмещением» светового движения эфира вне глаза и внутри него.

Именно с развитием физиологической оптики была экспериментально доказана и объяснена правильность найденного практически принципа трехмерности цвета и установлен объективный критерий выбора основных цветов.

[17] Стр. 315. *алкалическая соль* — растительная или животная щелочь.

[18] Стр. 315. *химический спуск* — сплав нескольких продуктов.

[19] Стр. 315. *купоросное масло* — крепкая серная кислота.

[20] Стр. 315. *хрустали* — кристаллы.

[21] Стр. 316. *все, что о цветах чрез пятнадцать лет думал* — четырьмя годами позже Ломоносов писал в посвящении ко второму изданию «Вольфианской экспериментальной физики», адресованном графу М. Л. Воронцову: «Изыскание причины цветов хотя мне всегда было приятнее всех физических исследований, особливо ж для того, что оно больше зависит от химии, моей главной профессии, однако возбудилось во мне большое желание к испытанию оныя, когда вашего сиятельства достохвальным любопытством, по окончании вашего дальнего по знатнейшим европейским государствам путешествия, привезены в Россию лучшие мозаичные изображения из Рима, где сие многотрудное искусство процветает...»

В «Росписи сочинениям и другим трудам советника Ломоносова» (1764) он следующим образом резюмирует свою работу по мозаичному делу: «Изобрел все составы к мозаичному делу, для чего сделал больше четырех тысяч опытов, коих не токмо рецепты сочинял, но и материалы своими руками по большей части размешивал и в печь ставил, несмотря на бывшую тогда жестокую ножную болезнь» (ПСС, т. 10, 1957, стр. 396).

15

ОБ ОТНОШЕНИИ КОЛИЧЕСТВА МАТЕРИИ И ВЕСА

Печатается по тексту Полного собрания сочинений М. В. Ломоносова, М.— Л., Изд-во АН СССР, 1952, т. 3, стр. 349—371.

Статья написана на латинском языке под названием «De ratione quantitatis materiae et ponderis». Сохранилась рукопись, написанная неизвестным почерком, с поправками Ломоносова (Архив АН СССР, ф. 20, оп. 3, № 40, л. 1—4).

Латинский текст был впервые опубликован в Сочинениях М. В. Ломоносова, Л., Изд-во АН СССР, 1934, т. VI, стр. 220—229, а русский перевод Б. Н. Меншуткина в его книге «Труды М. В. Ломоносова по физике и химии», М.— Л., Изд-во АН СССР, 1936, стр. 233—240.

Вопрос о природе тяжести тел интересовал Ломоносова еще с 1741 г. Среди «276 заметок по физике и корпускулярной философии» есть несколько относя-

щихся к этой теме, которая затрагивалась им также в «Опыте теории о нечувствительных частицах тел» (ПСС, т. 1, 1950, стр. 169—236); в «Заметках о тяжести тел» (ПСС, т. 1, 1950, стр. 237—251); в неоконченной работе «О тяжести тел и об извечности первичного движения» (ПСС, т. 2, 1951, стр. 195—203); в письме к Л. Эйлеру от 5 июля 1748 г. (ПСС, т. 2, 1951, стр. 169—193). В дальнейшем Ломоносов продолжал заниматься не только теоретической, но и экспериментальной разработкой этого вопроса. В Академическом собрании 17 августа 1752 г. он представил «изображение инструмента для наблюдения за изменениями всеобщей тяжести, с соответствующим описанием, для того чтобы Канцелярия Академии позаботилась об изготовлении этого инструмента» (Протоколы Конференции, т. II, стр. 275). Вероятно, это было усовершенствованная конструкция универсального барометра.

21 августа 1755 г. Ломоносов в Академическом собрании предложил объявить от имени Академии наук конкурсную задачу ученым всех стран на премию на 1756 г. о пропорциональности материи тел их весу (Протоколы Конференции, т. II, стр. 336). Ломоносов интересовался мнением Эйлера об этой задаче, Эйлер в письме к Г. Ф. Миллеру от 29 ноября 1755 г. написал: «Что касается предложенной г. советником Ломоносовым задачи, пропорционально ли количество материи весу тел, то, конечно, сама по себе она представляет первостепенный интерес, если бы только можно было надеяться, что будут об этом получены статьи основательные и соответствующие вопросу» (Архив АН СССР, ф. 1, оп. 3, № 40, л. 210—211). Еще до ответа Л. Эйлера президент Академии из-за разногласия Академического собрания по этому вопросу решил 31 августа 1755 г. отложить эту задачу до другого времени (Протоколы Конференции, т. II, стр. 338).

Несмотря на это, Ломоносов продолжал заниматься этой проблемой и, как сказано в Протоколах Конференции, 30 января 1758 г. «представил Собранию диссертацию об отношении массы и веса, которая была передана коллегам для прочтения дома» (Протоколы Конференции, т. II, стр. 400). Дальнейших сведений о диссертации не сохранилось. По-видимому, она была сдана в Архив Академии наук, где ее нашел в 1908 г. Б. Л. Модзалевский.

В 1759 г. 17 мая Ломоносов снова предложил в Академическом собрании тему об отношении материи и веса для задачи на премию, но она снова не была одобрена (Протоколы Конференции, т. II, стр. 426—427).

Многие мысли Ломоносова из письма к Эйлеру от 5 июля 1748 г. и из диссертации «Об отношении количества материи и веса» повторены в «Рассуждении о твердости и жидкости тел» (стр. 327 настоящего издания), которое увидело свет при жизни Ломоносова.

[1] Стр. 318. *в двойном отношении скорости* — Ломоносов имеет в виду спор, начавшийся в XVII в. и продолжавшийся в XIX в. о том, какое выражение должно быть взято в качестве «меры движения» — mv, предложенное Декартом или mv^2, выдвинутое Лейбницем.

[2] Стр. 319. *читаем у Ньютона* — Ломоносов имеет в виду определение массы, данное Ньютоном в «Математических началах натуральной философии» (см. русский перевод А. Н. Крылова в книге «Собрание трудов академика А. Н. Крылова», т. VII. М.— Л., Изд-во АН СССР, 1936, стр. 23).

[3] Стр. 320. *остается только прибегнуть к различию фигуры* — одной из причин сомнений Ломоносова в пропорциональности массы и веса была принятая им модель твердого и жидкого тела. По Ломоносову, мельчайшие частицы, из которых состоит тело, неделимы, бесструктурны и соприкасаются между собой. Тогда действительно остаются лишь вариации формы частиц, которые не могут дать разнообразия удельных весов различных веществ.

[4] Стр. 322. *не находят нужным исследовать его причину* — Ломоносов имеет в виду последователей Ньютона, воззрения которых он отличал от воззрений самого Ньютона, Ломоносов считал, что Ньютон «притягательной силы не принимал в жизни, по смерти учинился невольный ее предстатель излишним последователей своих радением» (см. стр. 328 настоящего издания). Отношение Ломоносова к взглядам ньютоновцев еще более четко выражено в работе «О тяжести тел и об извечности первичного движения»: «... приписывать это физическое свойство тел (тяготение.— *О. Л.*) божественной воле или какой-либо чудодейственной силе мы не можем, не кощунствуя против бога и природы; необходимо признать, что существует некая материя, своим движением толкающая тяготеющие тела к центру земли» (ПСС, т. 2, 1951, стр. 197). Там же (стр. 201—202) он дает определение первичного движения как такого, «которое в себе самом имеет свое основание, т. е. не зависит от другого движения» и, опираясь на аксиому «Все, что покоится, не может прийти в движение, если не будет двинуто другим», путем логического рассуждения доказывает, что «Первичное движение не может иметь начала, но должно существовать извечно».

[5] Стр. 323. *им двинутому* — впервые Ломоносов сформулировал этот закон в письме к Эйлеру от 5 июля 1748 г. дословно в тех же выражениях и в том же контексте. Разумеется, он не относится к числу физических законов и является скорее общим натурфилософским принципом, истоки которого восходят к древним материалистическим философским системам, возрожденным и развитым в разных вариантах в XVII в. По остроумному выражению С. И. Вавилова, «Ломоносов на века вперед как бы взял в общие скобки все виды сохранения свойств материи. Глубочайшее содержание великого начала природы, усмотренного Ломоносовым, раскрывалось постепенно и продолжает раскрываться в прогрессивном историческом процессе развития науки о природе» («Правда» от 5 января 1949 г.).

Однако самому Ломоносову этот закон служил одновременно и критерием приемлемости той или иной физической концепции и инструментом для решения конкретных физических проблем. В частности, в данной работе продемонстрированная Ломоносовым несовместимость чистого притяжения с принципом несотворимости и неуничтожимости движения явилась для него достаточным основани-

ем, чтобы отвергнуть эту концепцию. Но во времена Ломоносова были уже предложены две меры движения. Имел ли Ломоносов в виду одну из них или только ограничивался общей идеей неуничтожимости движения? Имеются основания предполагать, что в данном случае он имел в виду декартовскую меру, уточненную Гюйгенсом. Ньютон дал следующее определение этой величины: «Количество движения есть мера такового, устанавливаемая пропорционально скорости и массе» (цитируется в переводе А. Н. Крылова. Собрание трудов академика А. Н. Крылова, т. VII, 1936, стр. 24). В те времена выражение «количество движения» употреблялось не как одно понятие, а в буквальном смысле. Об этом писал А. Н. Крылов в примечании к приведенному выше определению Ньютона, разъясняя, что непосредственно после этого определения Ньютон, если переводить буквально, писал: «Движение целого есть сумма движений отдельных в отдельных частях». «Из этих слов ясно,— пишет академик Крылов,— что под словом motus (движение.— *О. Л.*) он разумеет нечто измеримое, как бы заключающееся или содержащееся в движущемся теле». На этом основании Крылов в ряде случаев переводил слово motus как количество движения, в частности в том месте, где разъясняется третий закон динамики. Буквальный же перевод звучит следующим образом: «Если какое-нибудь тело, ударившись в другое тело, изменит своею силою его движение на сколько-нибудь, то оно претерпит от силы второго тела в своем собственном движении то же самое изменение, но обратно направленное, ибо давления этих тел друг на друга постоянно равны. От таких взаимодействий всегда происходит равное изменение не скоростей, а движений...» (вариант перевода Крылова, см. то же издание, стр. 41).

На том же в сущности языке излагал свои мысли о сохранении движения и Ломоносов, когда писал: «...тело, которое своим толчком побуждает другое к движению, столько же теряет от своего движения, сколько сообщает другому, им двинутому».

Таким образом, весьма вероятно, что в данном случае Ломоносов, не отходя от терминологии Ньютона, подразумевал под словом «движение» то, что теперь мы назвали бы количеством движения. К этому можно еще прибавить, что если бы Ломоносов имел в виду лейбницевскую меру, то он мог бы употребить общепринятый тогда термин — живая сила. Но все это не означает, что Ломоносов считал декартову меру универсальной, единственной. В «Размышлениях о причине теплоты и холода» он фактически имел дело с угловыми скоростями вращательного движения частиц, с сохранением момента количества движения.

[6] Стр. 324. *к центру Земли* — понятие «тяготительной материи» применялось и до Ломоносова, но в ином понимании — как носительницы соответствующего скрытого качества наряду с материей упругости, теплотворной и т. п. У Ломоносова же дается кинетическая картина воздействия этой материи на вещество в соответствии с принципом близкодействия.

[7] Стр. 326. *в кальцинированных телах* — кальцинирование — это прокаливание.

16

РАССУЖДЕНИЕ О ТВЕРДОСТИ И ЖИДКОСТИ ТЕЛ

Печатается по тексту Полного собрания сочинений М. В. Ломоносова, М.— Л., Изд-во АН СССР, 1952, т. 3, стр. 377—409. Авторская рукопись не сохранилась. Русский текст впервые опубликован в 1760 г. отдельным изданием под названием: «Рассуждение о твердости и жидкости тел, ради торжественного праздника тезоименитства ея величества, всепресветлейшия, державнейшия, великия государыни императрицы Елисаветы Петровны, самодержицы всероссийския, в публичном собрании императорской Академии Наук сентября 6 дня 1760 года читанное господином коллежским советником и профессором и королевской Шведской Академии Наук членом Михайлом Ломоносовым». СПб., имп. АН. Латинский текст вышел в свет также отдельным изданием под заглавием: «Meditationes de solido et fluido solemnibus sacris augustissimi nominis serenissimae potentissimae magnae dominae imperatricis Elisabethae, Petri Magni filiae, autocratoris omnium Rossiarum, praelectae in Academiae Scientiarum Petropolitanae conventu publico die VI Sept. A. MDCCLX. Auctore Michaele Lomonosow, consiliario academico, chymiae professore nec non regiae Academiae Scientiarum Sueciae membro.» Petropoli, typ-Academiae, [1760].

Дата написания — август 1760 г.

Ломоносов начал проводить свои исследования в области низких температур с 1747 г. В его сохранившихся заметках и первоначальных набросках «Рассуждения о твердости и жидкости тел» имеется такая запись: «Мои опыты к произведению искусственного холода, сделанные (28) в 1747 году» (ПСС, т. 3, 1952, стр. 412—413).

В черновиках Ломоносова было обнаружено начало статьи под названием «Experimenta circa refrigerationem et coagulationem corporum liquidorum, die 20 januarii 1755 instituta» (Опыты над охлаждением и застыванием жидких тел, произведенные 20 января 1755 г.), ПСС, т. 2, 1951, стр. 664—673. Непосредственным поводом к написанию работы послужили опыты по замораживанию ртути, начатые в декабре 1759 г. академиком И. А. Брауном, к которому присоединился Ломоносов и другие академики. 14 декабря 1759 г. Браун впервые заморозил ртуть при помощи охлаждающих смесей.

Ломоносов защищал приоритет Брауна, в то время как Миллер и Эпинус, минуя Академическое собрание, послали в Лейпциг сообщение, в котором была преувеличена роль академика И. А. Цейгера в ущерб заслугам Брауна (о первых наблюдениях замерзания ртути в естественных условиях см. примечание 15 к «Слову о явлениях воздушных...» на стр. 521 настоящего издания).

Получение ртути в твердом состоянии проф. И. А. Брауном широко комментировалось на страницах «Санктпетербургских ведомостей» за 1759 г. («Санктпетербургские ведомости», № 102, 21 декабря и № 104, 28 декабря).

В январе 1760 г. Ломоносов проверил брауновский опыт замораживания ртути и испытал ее механические свойства в твердом состоянии. В Академическом собрании 14 января 1760 г. Ломоносов сообщил краткое описание опытов об искусственном холоде и о замораживании ртути (Архив АН СССР, ф. 3, оп. 1, № 251, л. 364 об.; ПСС, т. 3, 1952, стр. 421—427). 28 января 1760 г. Ломоносов в Академическом собрании «показывал коллегам воздушный горизонтальный термометр наподобие манометра, приспособленный им для наблюдения больших градусов искусственного холода» (Протоколы Конференции, т. II, стр. 444—445).

7 августа 1760 г. в Академическом собрании было назначено публичное собрание Академии наук на 6 сентября 1760 г. со следующей программой: речь И. А. Брауна о замораживании ртути на латинском языке и речь Ломоносова «Рассуждение о твердости и жидкости тел» на русском языке (Архив АН СССР, ф. 3, оп. 1, № 251, л. 374 об.— 375 об.).

В Академическом собрании 28 августа «Ломоносов прочитал начало своей диссертации, предназначенной для публичного собрания (Протоколы Конференции, т. II, стр. 455). 6 сентября состоялось публичное собрание Академии наук, где Ломоносов прочел на русском языке свою речь «Рассуждение о твердости и жидкости тел». «Санктпетербургские ведомости» 8 сентября 1760 г. напечатали сообщение о публичном собрании Академии наук, и 12 сентября решением Канцелярии Академии наук было определено напечатать речь Ломоносова на русском и латинском языках в количестве 412 экземпляров (Архив АН СССР, ф. 3. оп. 1, № 530, л. 191 об.). 19 декабря 1760 г. в «Санктпетербургских ведомостях» (№ 101) было опубликовано объявление о поступлении в продажу диссертации Ломоносова «Рассуждение о твердости и жидкости тел».

Работы русских ученых по замораживанию ртути привлекли внимание научных кругов многих стран. Появились сообщения об этом в «Philosophical Transactions», 1760, t. 51, ч. 2, стр. 670 и сл., «Nova Acta eruditorum», 1761, № IX, июль, стр. 233—254, «Gazette de France» (за 23 февраля и 8 марта 1760 г.) и др.

В отзыве о работах русских ученых по замораживанию ртути, обнаруженном Т. Н. Кладо в голландском издании «Journal des savants combiné avec les Mémoires de Trévoux», Amsterdam, 1760, август, ч. I, стр. 45—63; ч. II, стр. 362—390; 1760, сентябрь, стр. 92—116, дан критический разбор опытов, произведенных петербургскими профессорами (Т. Н. Кладо. Неизвестный отзыв в иностранной печати о работах Ломоносова по замораживанию ртути. В Сб.: «Ломоносов», т. IV, стр. 344—346).

В «Рассуждении о твердости и жидкости тел», последней работе Ломоносова по физике, опубликованной при его жизни, он, помимо вопроса, указанного в заглавии и изложенного в связи с кинетической теорией тепла, затронул проблему

тяготения и впервые опубликовал свою формулировку широкого натурфилософского принципа сохранения материи и движения (см. примечание 5 к работе «Об отношении количества материи и веса»).

Положительный отзыв о «Рассуждении о твердости и жидкости тел» был напечатан в 1761 г. в газете «Neue Zeitungen von gelehrten Sachen» от 17 декабря 1761 г., № 101, стр. 835—836.

Профессор химии медицинского факультета Парижского университета Огюстен Ру (Roux) опубликовал в «Типографских анналах» (Annales typographiques, ou notice du progrès de connaissances humaines. Paris, 1762, t. II, p. 419) аннотацию о работе М. В. Ломоносова «Рассуждение о твердости и жидкости тел». Этот отзыв свидетельствует не только о признании научных заслуг М. В. Ломоносова, но и о признании развития науки в России. В аннотации сказано: «Вескостью своих доказательств автор показывает, каких успехов достигла Россия в области физики со времени славного правления Петра Великого» (цит. по кн. Л. В. Каминер. Библиография и критико-библиографические журналы во Франции периода просвещения 1750—1789 г. М., Изд-во Всесоюзн. книжной палаты, 1959, стр. 168).

Современный исследователь научного наследия М. В. Ломоносова В. Я. Билык в статье «Исследования Ломоносовым и Брауном явлений при затвердевании ртути» (сб. «Ломоносов», т. III, стр. 53—65) глубоко проанализировал работы Ломоносова и Брауна по изучению процессов затвердевания ртути.

[1] § 1. *Господин профессор Браун* — академик Иосиф-Адам Браун (1712—1768), работал в Петербургской Академии наук с 1746 г.

[2] *изъяснение своих опытов* — речь Брауна «О удивительной стуже, искусством произведенной, от которой ртуть замерзла» была произнесена на латинском языке на том же заседании, что и речь Ломоносова. И латинский и русский тексты были опубликованы в 1760 г. одновременно с речью Ломоносова.

См. также примечание 15 к «Слову о явлениях воздушных...», стр. 521 настоящего издания.

[3] § 3. *утверждает и сам Невтон* — в латинском варианте Ломоносов ссылается при этом на начало и конец XI раздела «Математических начал натуральной философии» Ньютона.

[4] § 4. *которое от него движение получает* — в то время как формулировки этого закона в письме к Эйлеру от 5 июля 1748 г. и в работе «Об отношении количества материи и веса» совпадают дословно, здесь дается несколько иной вариант: способ передачи движения от одного тела к другому не уточняется и говорится о сохранении силы. Но это не дает основания говорить о существенном пересмотре позиции Ломоносова, так как именно изменение количества движения связано с действующей силой $F = \frac{d(mv)}{dt}$. См. примечание 5 к работе «Об отношении количества материи и веса» и, в частности, цитату из Ньютона, термино-

логически близкую к этой формулировке Ломоносова. Кроме того, в латинском тексте слово сила отсутствует. Буквальный перевод соответствующей фразы звучит следующим образом: «Ведь тело, которое побуждает к движению другое тело, столько теряет от своего, сколько передает другому, им двинутому».

[5] *в натуре места не имеет* — первый вариант аналогичного доказательства был дан Ломоносовым еще в 1741 г., когда он пользовался принципом неуничтожимости и несотворимости движения, явно его не формулируя. В «Опыте теории о нечувствительных частицах тел и вообще о причинах частных качеств» доказывается, что «тела приводятся в движение одним только толканием», следующим рассуждением о притяжении тела *А* к покоящемуся телу *В*: «Тело *В* дает движение телу *А*; но так как *В* находится в покое, то значит дает то, чего само не имеет. Так как это нелепо, то не может быть, чтобы тела могли побуждаться к движению чистым притяжением. Следовательно, тела побуждаются к движению одним толканием...» (ПСС, т. 1, 1950, стр. 189). Взгляды Ломоносова на проблему тяготения подробно изложены в статье П. С. Кудрявцева «Ломоносов и Ньютон» в пятом томе «Трудов Ин-та истории естествознания и техники» (М., 1955, стр. 33—51).

[6] § 7. *облегчает труд испытателей ее таинств* — в этой речи Ломоносов впервые дает последовательное доказательство шарообразной формы атомов, опираясь на другие свои исследования и в первую очередь на свою кинетическую теорию тепла, но убеждение это созревало у него в предшествующие годы. Это обстоятельство делает еще более понятным сомнение Ломоносова в пропорциональности массы и веса. Фактически он не допускал и разнообразия «фигуры» частиц, о котором он упоминал в связи с вопросом о больших различиях в удельных весах разных веществ (см. примечание 3 к работе «Об отношении количества материи и веса»).

[7] § 9. *в Новых комментариях, в I томе* — см. стр. 73—80 настоящего издания.

[8] § 9. *и тщетные прекословия во тщету вменились* — в латинском тексте Ломоносов дал ссылку на «Nouvelle Bibliothèque Germanique» за 1755 г., т. VII, ч. 2, где был опубликован ответ Ломоносова на критику его теории тепла «Рассуждение об обязанностях журналистов при изложении ими сочинений, предназначенное для поддержания свободы философии» (ПСС, т. 3, 1952, стр. 201—232).

[9] *В слове о происхождении света и цветов* — см. стр. 294—317 настоящего издания.

[10] § 14. *показанную в Слове о происхождении света и цветов* — см. стр. 304—316 настоящего издания.

[11] § 16. *в Академических Комментариях, § 23* — см. стр. 70 настоящего издания.

[12] § 20. *в равнобочную ромбоическую фигуру* — в латинском тексте далее следует «углы которой *CB* равен 60°, а *AD* 120°.

[13] *почта как 1000 к 707* — из текста §§ 19, 20 и третьего вывода из § 25 видно,

что Ломоносов сближал жидкое состояние вещества не с газообразным, а с твердым, оперируя фактически представлением о кристаллоподобной структуре жидкости. Эта идея возродилась на современном этапе развития физики в трудах по теории жидкого состояния Я. И. Френкеля в 1925—1945 гг.

[14] § 21. *шесть прикосновений и союзов прибудет* — Ломоносов неоднократно обращался к выяснению связи кристаллической структуры вещества и его физико-химических свойств. Как показал И. И. Шафрановский, в данном случае описанное Ломоносовым кубическое расположение шаров отвечает простой кубической решетке, т. е. наиболее разреженному положению соприкасающихся шаров, а «ромбоическое» расположение является плотнейшей шаровой кубической упаковкой и соответствует кубической центрогранной решетке (И. И. Шафрановский. Взгляды Ломоносова на строение кристаллов. В сб.: «Ломоносов», т. IV. М.—Л., Изд-во АН СССР, 1960, стр. 100—111).

[15] § 22. *на котором градусе* — это выражение не вполне однозначно. Может показаться, что речь идет об определении *температуры*, при которой происходит полное замерзание ртути, но это не так. В предварительных заметках к «Рассуждению о твердости и жидкости тел» указано более определенно, что целью Ломоносова было «вывести, до какого градуса термометра ртуть должна опуститься, прежде, чем замерзнет; так как опыты, поставленные прошлой зимой, весьма разноречивы, именно от градусов около 500 до 1260 градусов» (ПСС, т. 3, стр. 417). По-видимому, слово «градус» здесь нужно понимать не как меру температуры охлаждающей смеси и ртути, а как величину, характеризующую длину столбика ртути: целью опытов было определение предельного уменьшения объема ртути при полном ее затвердевании (см. начало параграфа 22). Правильность истолкования термина «градус» видна из расчета в конце § 25: «...ртуть от своего кипения до замерзания, мной примеченного *сжимается* на 1674, то-есть выше 0 на 414, а ниже на 1260 *градусов термометра»* (курсив мой.— *О. Л.*).

Как показал В. Я. Билык в статье «Исследования Ломоносовым и Брауном явлений при затвердевании ртути (Сб. «Ломоносов», т. III. М.—Л., 1951, стр. 56, 64, 67); Ломоносов и Браун знали, что температура замерзания ртути лежит в пределах от 208 до 213 градусов по Делилю (минус 38—42° С) и что более низкие температуры ртутным термометром измерять нельзя. К этому можно добавить, что в упомянутых предварительных заметках Ломоносов отмечал, что «термометры не изо всех жидкостей одинаково служат» (стр. 415) и привел таблицу сравнения действия охлаждающих смесей на воздушный, ртутный, купоросный, скипидарный и спиртовой термометры (стр. 417). Из этой таблицы, в которой имеются графы «Градус теплоты» и «На сколько градусов [термометр] опустился», видно, что при одинаковых «градусах теплоты» и охлаждающих смесях в разных термометрах столбики опускались (иногда и поднимались) на разное число градусов.

[16] § 23. *и ртуть опустилась до 1260 градусов* — как показал В. Я. Билык в упомянутой в примечании 15 статье (стр. 58), опускание замерзающей ртути до отметок 534 (в опытах Ломоносова) и 650 (в опытах Брауна) было обусловлено скачком удельного объема ртути при замерзании, но такие отсчеты, как 1260, по-видимому, были связаны с растрескиванием резервуара. В «Записке об опытах по замораживанию ртути», впервые опубликованной в третьем томе ПСС, Ломоносов писал, что он сам сомневается, «не опустилась ли ртуть в трубке до 1260 градусов от того, что она выскользнула через какую-нибудь щель в стеклянном шарике» (ПСС, т. 3, стр. 425). Но теоретические соображения относительно способа размещения атомов, соответствующих твердому и жидкому состоянию ртути, заставляли его отбросить эти сомнения (см. § 20 и конец § 25 «Рассуждения о твердости и жидкости тел»). Максимально возможное опускание ртути, которое могли наблюдать Ломоносов и Браун, как показал В. Я. Билык, приходится на деление 748 термометра Делиля. Такое сжатие не было зафиксировано, так как при той конструкции термометра, которой они пользовались, «столбик обычно замерзал до того, как ртуть в резервуаре промерзала на 80—90% по объему» (в той же статье В. Я. Билыка — стр. 62). Минимальная температура, достигнутая в этих опытах, составляла —60° С.

[17] § 25. *разность предела замерзания ртути в термометре* — в соответствии со сказанным в примечаниях 15—16 и выражением из § 22 «в ...телах, в коих замерзания еще не видно, пределов протяжения поставить невозможно», слова «предел замерзания», видимо, нужно понимать как «предел сжатия при замерзании».

17

ЯВЛЕНИЕ ВЕНЕРЫ НА СОЛНЦЕ, НАБЛЮДЕННОЕ В САНКТПЕТЕРБУРГСКОЙ ИМПЕРАТОРСКОЙ АКАДЕМИИ НАУК МАЙЯ 26 ДНЯ 1761 ГОДА

Печатается по тексту Полного собрания сочинений М. В. Ломоносова, М.— Л., Изд-во АН СССР, 1955, т. 4, стр. 361—380.

Рукопись Ломоносова не сохранилась.

Впервые опубликовано отдельным изданием в 1761 г. (М. В. Ломоносов. Явление Венеры на Солнце, наблюденное в Санктпетербургской императорской Академии наук майя 26 дня 1761 года. СПб., 1761). В этом же году эта работа была переведена в Академии наук на немецкий язык и опубликована в августе 1761 г. под названием: «Erscheinung der Venus vor der Sonne beobachtet bey der Kayser-

lichen Akademie der Wissenschafften in St.-Peterbourg den 26 May 1761. Aus dem Russischen übersezt».

Прохождение Венеры по диску Солнца 1761 г. интересовало ученых многих стран. Французский астроном, член Парижской академии наук и почетный член Петербургской Академии (с 1756 г.) Н. Л. Лакайль (N. L. de la Caille) написал 29 ноября 1759 г. Г. Ф. Миллеру, что Парижская академия наук готовится к наблюдению прохождения Венеры по диску Солнца. Г. Ф. Миллер сообщил об этом президенту Академии наук К. Г. Разумовскому, который согласился, что Петербургская Академия должна принять участие в наблюдении этого явления. Было решено послать в Сибирь две экспедиции: одну в Иркутск во главе с Н. И. Поповым, другую в Селенгинск во главе с С. Я. Румовским. Кроме того, Петербургская Академия наук оказала поддержку и помощь французскому астроному аббату Шаппу д'Отерошу в проведении наблюдений в Тобольске (Chappe d'Auteroche. Mémoire du passage de Vénus sur le Soleil. lu à l'Académie Impériale de St.-Pétersbourg, 1762; Chappe d'Auteroche. Extrait d'un voyage, faite en Sibérie pour l'observation de Vénus sur le disque du Soleil, faite à Tobolsk le 6 Juin 1761. Mémoire Mathématique et Physique pour l'année 1761. 1763, p. 337—372).

Главную роль в организации этих экспедиций и вообще наблюдения этого явления сыграл Ломоносов (А. И. Андреев. Ломоносов и астрономические экспедиции Академии наук 1761 г. В сб.: «Ломоносов». М.— Л., Изд-во АН СССР, т. II, стр. 248—264; В. В. Шаронов. Ломоносов как организатор наблюдений прохождения Венеры по диску Солнца в 1761 г. в России и открытие им атмосферы Венеры. В сб.: «Ломоносов». М.— Л., Изд-во АН СССР, 1960, т. IV, стр. 7—40; ПСС, т 9, 1955, стр. 346—377).

В Петербурге в Академической обсерватории наблюдения проводили адъюнкт астрономии А. Д. Красильников и «математических наук подмастерье» Н. Г. Курганов. Ломоносов, наблюдая прохождение Венеры в своей домашней обсерватории, открыл существование атмосферы вокруг Венеры. 28 июня 1761 г. наблюдения Ломоносова решено было напечатать на русском и немецком языках по 300 экземпляров (Архив АН СССР, ф. 3, оп. 1, № 261, л. 270), а 17 июля 1761 г. они уже вышли в свет.

Прохождение Венеры по диску Солнца 26 мая 1761 г. наблюдали астрономы разных стран в различных пунктах (J. H. Mädler. Geschichte der Himmelskunde von der ältesten bis auf die neuste Zeit. Erster Band. Braunschweig, 1873, S. 465—466). Лондонское королевское общество так же, как Парижская академия наук, послало своих астрономов для наблюдения этого явления. Например, от Лондонского королевского общества наблюдения проводили на о-ве Св. Елены директор Гринвичской обсерватории Невиль Маскелайн (N. Maskelyne, 1732—1811) и в Бенкулене, на юго-западном берегу о-ва Суматры Чарльз Мэзон (Charles Mason, 1730—1787) и Иеремия Диксон (Jeremiah Dixon, умер в 1777 г.) — (A History of the Royal Society, London, 1848, t. I, p. 14—15) и др.

В зарубежной научной литературе, начиная с XVIII в., приоритет в открытии атмосферы на Венере приписывали английскому астроному Вильяму Гершелю (Herschel William, 1738—1822) и немецкому астроному И. И. Шретеру (Schröter Johann Hieronymus, 1745—1816), которые выполнили соответствующие исследования в 90-х годах XVIII в.

На этот факт указал в своей речи в Нью-Йорке председатель Американского химического общества и профессор химии Колумбийского университета Александр Смит (Alexander Smith) в 1911 г. по случаю двухсотлетия со дня рождения Ломоносова (A. Smith. An early physical chemist M. W. Lomonosoff. Jour. Amer. Chem. Soc., 1912, 34, N 2, p. 119).

В русской литературе приоритет Ломоносова никогда сомнению не подвергался. Наиболее подробный анализ наблюдений Ломоносова как основы для его вывода о существовании атмосферы дан в статьях советского астронома В. В. Шаронова. Первые статьи были опубликованы в 1952 г. (В. В. Шаронов. Явление Ломоносова и его значение для астрономии. Астрономический журнал, 1952, т. 26, № 6, стр. 728—737; В. В. Шаронов. Определение горизонтальной рефракции в атмосфере Венеры из наблюдений явления Ломоносова. Докл. АН СССР, 1952, т. 82, № 3, стр. 351—353).

Однако в следующие годы появились статьи американского астронома О. Струве и Ф. Линка, в которых приоритет Ломоносова оспаривается. В новых своих работах (В. В. Шаронов. К вопросу о приоритете М. В. Ломоносова в открытии атмосферы Венеры. Научный бюллетень Ленинградского ордена Ленина Государственного университета им. А. А. Жданова, № 13, 1955, стр. 12—15; В. В. Шаронов. Ломоносов как организатор наблюдений прохождения Венеры по диску Солнца в 1761 г. в России и открытие им атмосферы Венеры (в сб.: «Ломоносов», т. IV. М.— Л., Изд-во АН СССР, 1960, стр. 7—40) В. В. Шаронов показал, что сомнения Струве и Линка основаны на недоразумении. О. Струве (O. Struve. Lomonosov. Sky and Telescope. 1954, t. 13, N 4, p. 118—120) считал, что работа Ломоносова не была своевременно опубликована, а Ф. Линк не принял во внимание всех рисунков Ломоносова и пришел к неверному выводу (F. Link. Allongegement des cornes de Vénus. Mémoires de la Société Royale Scientifique de Liège, t. 18, fasciale unique, 1957, p. 148—155). К сожалению, вслед за Струве его ошибку повторил автор подробной монографии о наблюдениях прохождения Венеры по диску Солнца в 1761 и 1769 гг.— Г. Вульф (Harry Woolf. The transit of Venus. A study of eighteenth-century science, Princeton, 1959). В результате имя Ломоносова упоминается в этой монографии лишь вскользь и не в том месте, где говорится о наблюдении рефракционного ободка другими учеными и их соображениях по этому поводу. Факт существования наблюдений, аналогичных ломоносовским, опровергает доводы Линка, а сопоставление дат публикации отчетов утверждает формальный приоритет Ломоносова.

[1] Стр. 344. *Красильников* Андрей Дмитриевич (1705—1773) — астроном, адъ-

юнкт Петербургской Академии наук. Участвуя в географических экспедициях, определил географические координаты многих пунктов России.

[2] Стр. 344. *Курганов* Николай Гаврилович (1726—1796) — профессор математики и навигации Морского шляхетского корпуса, астроном, писатель. Более известен как автор популярной в XVIII в. книги «Российская универсальная грамматика, или всеобщее письмословие, предлагающее легчайший способ основательного учения русскому языку, с седьмью присовокуплениями разных учебных и полезно-забавных вещей» (I изд.— 1769).

[3] Стр. 344. *Делиль* Жозеф Никола (1688—1768) — французский ученый, профессор астрономии и директор астрономической обсерватории Петербургской Академии наук с 1726 по 1747 г.

[4] Стр. 344. *Фарварсон* Андрей Данилович (Fargwarson Henry, умер в 1739 г.) — шотландский математик. В 1697 г. был приглашен Петром I на русскую службу в качестве одного из организаторов «Навигацкой школы» в Москве. С 1716 г.— профессор учрежденной в Петербурге Морской академии.

[5] Стр. 344. *Ревель* — прежнее название г. Таллина.

[6] Стр. 344. *Даго* — прежнее название о. Хиума, расположенного в Балтийском море у Рижского залива.

[7] Стр. 344. *Мыс Дагерорт* — прежнее название мыса Ристна (в западной части острова Хиума).

[8] Стр. 344. *Попов* Никита Иванович (1720—1782), с 1751 по 1768 г. профессор астрономии Академии наук.

[9] Стр. 344. *Гришов* Августин-Нафанаил (1726—1760) — профессор астрономии Академии наук.

[10] Стр. 345. *Эзель* — прежнее название острова Саарема.

[11] Стр. 345. Ломоносов имеет в виду катадиоптрический телескоп, изобретенный Джемсом Грегори (1638—1675).

[12] Стр. 346. Tabulae solares, quas e novissimus suis obserationibus deduxit N. L. de la Caille... Parisiis, 1758 (Солнечные таблицы, которые из новейших своих наблюдений вывел Н. Л. Лакайль. Париж, 1758).

[13] Стр. 346. ♀ и ⊙, принятые в астрономии знаки для обозначения соответственно Венеры и Солнца.

[14] Стр. 350. *Коперник* Николай (1473—1543), великий польский астроном, разработавший в первой половине XVI в. гелиоцентрическую систему мира. Публикация его книги «Об обращении небесных сфер» была осуществлена в 1543 г.

[15] Стр. 350. *Книга Иисуса Навина* — часть Библии.

[16] Стр. 350. *Никита из Сиракуз* — греческий философ, ученик Пифагора, сторонник идеи движения Земли.

[17] Стр. 350. *Филолай* — греческий философ V в. до нашей эры, пифагореец; считал, что Земля, Солнце и планеты вращаются вокруг центрального огня.

[18] Стр. 350. *Аристарх Самосский* (конец IV — первая половина III в. до нашей эры) — греческий астроном, выдвинувший гелиоцентрическую систему мира.

[19] Стр. 350. *Клеант из Асса* (около 331—232), греческий философ-стоик, ученик Зенона. Сохранились лишь названия его трудов и гимн Зевсу.

[20] Стр. 351. *Птолемей Клавдий* (умер около 168) — знаменитый греческий математик, астроном и географ. В своем трактате «Великое математическое построение астрономии в XIII книгах», получившем впоследствии арабизированное название «Альмагест», Птолемей дал сводку астрономических знаний древности и установил законы видимых движений небесных тел. Птолемей считал, что возможны два геометрически эквивалентных объяснения суточного движения светил — вращение Земли вокруг оси и вращение всего мира вокруг Земли. Но поскольку он счел более целесообразным для практических целей исходить из предположения о неподвижности Земли, с его именем связывается геоцентрическая система мира.

[21] Стр. 351. *Кеплер Иоганн* (1571—1630) — немецкий астроном, открывший законы истинного движения планет на основе гелиоцентрической системы Коперника.

[22] Стр. 351. *Ньютон Исаак* (1643—1727) — великий английский физик, математик, философ.

[23] Стр. 351. *Василий Великий, или Кесарийский* (Каппадокийский, 321—378) — церковный писатель, один из основателей православной догматики.

[24] Стр. 352. *Иоганн Дамаскин* (конец VII в. — около 754 г.) — византийский церковный писатель, богослов и философ.

[25] Стр. 352. *в Опасном издании православныя веры (кн. 2, гл. 6)* — часть сочинения ученого богослова Иоанна Дамаскина (р. ок. 673—676 г. — ум. ок. 777 г.) «Источник знания», более известная под названием «Точное изложение православной веры» (Εκδοσις ἀκριβὴς τῆς ὀρθοδόξου πίστεως).

[26] Стр. 354. *Клавдиан* — Клавдий, римский поэт конца IV в. н. э., по происхождению грек.

[27] Стр. 354. *Руфин* — министр византийского императора Аркадия, добивавшийся полного отделения Восточной империи от Западной.



УКАЗАТЕЛЬ ИМЕН

Амонтон Г. (Amontons G.) — 392
Андреев А. И. — 463, 551
Андреева Г. А.— 360, 430
Аннинский С. А.— 529
Аристарх Самосский — 350, 554
Аристотель — 296, 331, 449, 480
Аркадий, имп.— 554
Арнольд И. Х. (Arnold J. Ch.)— 393, 494
Аррениус С. А. (Arrhenius S. A.) — 515
Астраков И. И.— 520

Барзаковский В. П.— 516
Батюшков К. Н.— 512
Бекетов Н. Н.— 411, 515
Беккария Дж. Б. (Beccaria G. B.) — 520
Беляев Н. И.— 452
Бернулли Д. (Bernoulli D.) — 150, 151, 153, 155, 384, 390, 481, 493, 509
Берцелиус И. Я. (Berzelius J. J.) — 372
Бехер И. И. (Becher J. J.) — 48, 490, 491
Билык В. Я.— 462, 523, 547, 549, 550
Билярский П. С. 431—433, 435, 445, 463, 497
Бойль Р. (Boyle R.) — 76, 83, 118, 149, 178, 374, 380—382, 384, 388, 390, 392, 402, 406, 417, 425, 427, 428, 448, 449, 478, 480, 485, 492, 496, 498, 503, 504, 506—510, 520
Боровский Я. М.— 133, 293, 326, 359, 503
Браун И. А.— 327, 518, 521, 527, 545—547, 549, 550
Бриггс Л. Дж. (Briggs L. J.) — 461
Брукман Ф. Э. (Bruckmann F. E.) — 50
Бугер П. (Bouguer P.) — 519, 521, 522
Будилович А. С.— 432
Бургаве Г. (Boerhaave H.) — 74, 77, 87, 95, 96, 100, 118, 149, 363—365, 367, 478, 495, 496, 498, 500, 501, 503, 506, 507
Бурделин К. Л. (Bourdelin C. L.) — 96—99, 500
Бэкон Ф. (Bacon F.) — 383

Вавилов С. И.— 382, 451, 455, 538, 540, 543
Валлериус И. Г. (Wallerius J. G.)— 469, 483, 514
Вальден П. И.— 412, 484, 485
Вант-Гофф Я. Г. (Vant-Hoff J. H.) 515
Василий Великий — 351, 352, 355, 554
Венделин Г. (Vendelin G.) — 272
Вергилий П. М. (Vergilius P. M.)— 50, 238, 262, 525
Вернадский В. И.— 412
Вильд Г. И.— 455
Вильке И. К. (Wilcke J. K.) — 523
Винклер И. Г. (Winkler J. H.) 266, 532
Винсгейм Х. Н.— 493, 505
Волластон У. Х. (Wollaston W. H.) — 376, 451
Вольф Х. (Wolf Ch.)— 12, 14, 27, 374, 377, 379, 381, 382, 385, 394, 401, 464, 478, 480, 526, 530, 531, 534, 541
Воронцов М. Л.— 541
Вульф Г. (Woolf H.) — 552

Гаальк Г. Д. (Haalck H. D.) — 461
Гаккель Я. Я.— 463
Галлей Э. (Halley E.) — 523
Гассенди П. (Gassendi P.) — 295, 296, 300, 379—382, 384, 485, 538
Гауде А. (Haude A.) — 497
Гевелий Я. (Heveliusz J.)— 272, 533
Гей-Люссак Ж. Л. (Gay-Lussac J. L.) — 522, 530
Гейнзиус Г. (Heinsius G.) — 42, 270, 487, 519, 533
Геллерт Х. Э. (Gellert Ch. E.) — 425
Генкель И. Ф. (Henckel J. F.) — 54, 112, 444, 502
Герике О. (Guericke O.) — 506
Герман Я. (Hermann J.) — 384
Гершель В. (Herschel W.) — 453, 454, 538, 552

Гесс Г. И.— 372
Гильберт У. (Gilbert W.) — 384
Гмелин И. Г.— 521
Голланд И. И. (Hollandus I. I.)— 56, 491
Гомберг В. (Homberg W.) — 92, 500
Гомер — 512
Гофман Ф. (Hoffmann F.) 91, 108, 499, 502
Грегори Дж. (Gregory J.) — 453, 553
Гришов А. Н. 344, 518, 519, 527—529, 553
Гугений — см. Гюйгенс
Гук Р. (Hooke R.) — 384
Гэльс С. (Hales S.) — 28, 118, 119, 149, 426, 486, 503, 508
Гюйгенс Х. (Huygens Ch.) — 295, 296, 409, 538, 544

Дальтон Дж. (Dalton J.) — 376, 396
Дамаскин И.— 352, 554
Даннеман Ф. (Dannemann F.) — 380
Декарт Р. (Descartes R.) — 295, 296, 381, 383, 538, 543
Делиль Ж. Н. (De l'Isle J. N.)— 344, 522, 530, 549, 550, 553
Джоуль Д. П. (Joule J. P.) — 397, 507
Диксон И. (Dixon J.) — 551
Дорфман Я. Г. — 384, 397, 412, 413, 507
Дружинин П.— 438
Дюкло С. К. (Du Clos S. C.) — 77, 496
Дюфе Ш. Ф. (Dufay Ch. F.) — 523

Елизавета Петровна — 256, 317, 341, 511, 512, 517, 527, 545

Зенон — 554
Зернов Н. Е.— 492

Идельсон Н. И.— 529
Исаак Голландский — см. Голланд

Кавендиш Г. (Cavendish H.) — 414, 490
Каминер Л. В.— 547
Картезий — см. Декарт.
Кемпфер Э. (Kämpfer E.) — 246, 525
Кеплер И. (Kepler J.) 272, 351, 533, 554
Керр Д. (Kerr J.) — 409, 539
Клавдиан К. (Claudianus C.) — 354, 554
Кладо Т. Н.— 546
Клеант — см. Клеанф.
Клеанф — 350, 554
Клементьев В. И.— 437, 448, 513
Козицкий Г. В.— 512, 536
Коллинсон П. (Collinson P.) — 528, 529
Кондамин Ш. М. де ла (La Condamine Ch. M. de) — 521, 522
Коперник Н. (Kopernik M.)— 350, 351, 553, 554
Коровин Г. М.— 460
Кортацци И. Е.— 463
Красильников А. Д.— 344, 345, 531, 552
Крафт Г. В.— 425, 519
Крашенинников С. П.— 511
Крез — 173
Крузиус Х.— 488
Крылов А. Н.— 504, 543, 544
Кудрявцев П. С.— 523, 548
Кузнецов Б. Г.— 413
Куник А. А.— 393, 394, 480, 495
Кункель фон Левенштерн И. (Kunckel von Löwenstjern J.) 49, 101, 468, 490, 501
Курганов Н. Г.— 344—346, 551, 553

Лавуазье А. Л. (Lavoisier A. L.) — 365, 372, 396, 397
Лакайль Н. Л. (La Caille N. L. de) — 346, 551, 553
Лаланд Ж.-Ж. Ф. де (La Lande J. J. le François de) — 452
Ламберт И. Г. (Lambert J. H.) — 452
Легнейсс Г. Э. (Löhneyss G. E.) — 50, 51, 490, 491
Лежнева О. А.— 360, 407, 450, 455
Лейбниц Г. В. (Leibniz G. W.) — 381, 397, 543
Лемери Л. (Lémery L.) 95, 97, 112, 500, 501
Лемери Н. (Lémery N.) — 87, 363, 365, 367, 478, 484, 498

Ленгейс — см. Легнейсс.
Лермантов В. В.— 459
Лесаж Ж. Л. (Le Sage G. L.) — 410
Ливий Тит (Livius) — 262, 531
Ликург — 173
Линк Ф. (Link F.) — 552
Лукреций Кар (Lucretius T. Carus) 379
Ляликов К. С. — 540

Мадсен В. Г. (Madsen V. H.) — 461
Майер Ю. Р. (Mayer J. R.) — 397
Макер П. Ж. (Macquer P. J.) — 365, 367
Максвелл Д. К. (Maxwell J. C.) — 539
Мариотт Э. (Mariotte E.) 309, 509, 510, 540
Марон — см. Вергилий
Маскелайн Н. (Maskelyne N.) — 551
Медлер И. Г. (Mädler J. H.) — 551
Медунин А. Е.— 463
Меллер А. (Möller A.) — 525
Менделеев Д. И.— 372, 515
Меншуткин Б. Н.— 18, 42, 57, 80, 121, 149, 157, 219, 359, 361, 365, 390, 397, 411—413, 439, 477, 481, 488, 492, 496, 497, 505, 508, 513, 515, 533, 541, 551
Миллер Г. Ф.— 495, 528, 542, 545
Минченко Л. С.— 427, 482, 493, 523
Митчелл Джон (Mitchell J.) — 529
Михайлов А. А.— 461
Модель И. Г.— 422
Модзалевский Б. Л.— 542
Модзалевский Л. Б.— 529
Мушенбрек П. (Musschenbroeck P.) — 35, 91, 97, 152, 154, 155, 263, 487, 499, 501, 510
Мэзон Ч. (Mason Ch.) — 551

Нейман К. (Neumann K.) — 95—98, 101, 418, 500, 501
Никита из Сиракуз, Сиракузянец — 350, 553
Ньютон И. (Newton I.) — 123, 253, 295, 296, 300, 309, 319, 351, 363, 368, 381, 382, 390, 409, 410, 453, 454, 504, 507, 537—539, 543, 544, 547, 548, 554
Нэргард Г. (Nørgaard G.) — 461

Оствальд В. Ф. (Ostwald W. F.) 376, 515

Павел Петрович, имп.— 317, 536
Парацельс Ф. Т. (Paracelsus Ph. T.) 485
Петр I — 175, 220, 222, 256, 317, 341, 512, 517, 520, 527, 535, 545, 547, 553
Петр III — 317, 453
Питш (Pietsch) — 497
Пифагор — 553
Плиний (Старший) Секунд Гай (C. Plinius Secundus) — 223, 240, 241, 262, 520, 525, 531
Попов Н. И.— 344, 511, 518, 527, 551, 553
Потт И. Г. (Pott J. G.) — 52, 53, 56, 91, 114, 491, 499, 502
Протасов А. П.— 492, 496
Птолемей К.— 351, 554

Разумовский К. Г.— 56, 435, 482, 493, 511, 518, 551
Раскин Н. М.— 437, 516
Рей М. М. (Rey M. M.) — 537
Рёмер О. К. (Reomer O. K.) — 538
Ренкин У. Дж. М. (Rankine W. J. M.) 507
Рихман Г. В.— 150, 154, 223, 240, 247, 248, 263, 265, 447, 462, 481, 482, 508—510, 517—520, 525, 532
Роберваль Ж. П. (Roberval G. P.) 137, 506
Робинс Б. (Robins B.) — 119, 122, 503, 504, 509
Розенбергер Ф. (Rosenberger F.) — 379, 380, 384, 385, 397, 398, 407
Ру О. (Roux Au.) — 547
Рудольф Д. (Rudolph D.) — 497
Румовский С. Я.— 344, 551
Руфин (Rufinus) — 354, 554

Саломатов П.— 521
Сведенборг Э. (Swedenborg E.) 50, 52, 491
Сенека Л. А. Младший (Seneca L. A.) — 227, 520
Сервилий Г. Г.— 262
Симмер Р. (Symmer R.) — 523
Синклер Дж. (Sinclair G.) — 495
Смит А. (Smith A.) — 552
Соколов П. А.— 263, 531
Солон — 173
Соссюр О. Б. (Saussure H. B.) 456, 521
Спенер (Spener) — 497
Струве О. (Struve O.) — 552

Тацит П. К. (Tacitus P. C.) — 168
Тихомиров Е. И.— 521
Тредиаковский В. К.— 431

Фарадей М. (Faraday M.) — 539
Фарварсон А. Д. (Fargwarson H.) — 344, 553
Фаренгейт Г. Д. (Fahrenheit G. D.) — 79, 97
Фигуровский Н. А.— 360
Филолай (Philolaus) — 350, 553
Фламиний Гай (Flaminius) — 262
Формей И.-Г.-С. (Formey J. H. S.) — 495
Франклин В. (Franklin B.) — 257, 258, 266, 267, 524, 528—530, 532, 534
Фредерикс В. К.— 538
Фрейнд Дж. (Freind J.) — 42, 487
Френель О. Ж. (Fresnel Au. J.) — 409
Френкель Я. И.— 549
Фромонд Л. (Fromont, Froidmond L.) — 262, 531

Хргиан А. Х.— 521, 523

Цейгер И. А.— 545
Цельсий А. (Celsius A.) — 522

Ченакал В. Л.— 451, 452
Чижов Н. Г.— 452
Чичагов В. Я.— 452

Шапп д'Отерош Ж. (Chappe d'Auteroche G.) — 551
Шаронов В. В.— 551, 552
Шафрановский И. И.— 498, 549
Шейхцер И. Я. (Scheuchzer J. J.) 259, 531
Шретер И. И. (Schröter J. Hier.) — 552
Шталь Г. Э. (Stahl G. E.) — 47—49, 51, 94, 96—98, 100, 104, 106, 108, 110, 112, 117, 363, 365, 414—416, 418, 489—491, 498, 500—502
Штрубе де Пирмонт Ф. Г.— 505
Шувалов И. И.— 441, 442, 445, 446, 517
Шумахер И.-Д.— 388, 433, 446, 488, 496, 497, 511, 518, 519

Эвклид — 14
Эйзеншмидт И. К. (Eisenschmidt J. C.) — 57, 491, 492
Эйлер Л. (Euler L.) — 122, 376, 388, 394, 398, 402, 404, 405, 408, 417, 426, 427, 481, 482, 484, 493—497, 503—505, 508, 519, 523, 536, 542, 543
Энгельс Ф.— 396, 419
Эпикур — 379
Эпинус Ф. У. Т.— 452, 538, 545
Эркер Л. (Ercker L.) — 107, 115, 501

Юнг Т. (Joung T.) — 409, 537, 540
Юнкер Г. Ф. В.— 430

Яремский Ф. Я.— 511, 515

СОДЕРЖАНИЕ

1. Элементы математической химии 7
2. О действии химических растворителей вообще 19
3. О металлическом блеске 43
4. Размышления о причине теплоты и холода 58
5. О рождении и природе селитры 81
6. Письмо к Леонарду Эйлеру от 5 июля 1748 г. 122
7. Опыт теории упругости воздуха 134
8. Прибавление к размышлениям об упругости воздуха 150
9. Слово о пользе химии, в публичном собрании Императорской Академии наук сентября 6 дня 1751 г. говоренное Михайлом Ломоносовым. 158
10. Введение в истинную физическую химию 176
11. Слово о явлениях воздушных, от электрической силы происходящих, предложенное от Михайла Ломоносова 220
12. Изъяснения, надлежащие к Слову о электрических воздушных явлениях 257
13. Теория электричества, изложенная математически М. Ломоносовым. 1756 г. 273
14. Слово о происхождении света, новую теорию о цве́тах представляющее, в публичном собрании императорской Академии наук июля 1 дня 1756 года говоренное Михайлом Ломоносовым 294
15. Об отношении количества материи и веса 318
16. Рассуждение о твердости и жидкости тел 327
17. Явление Венеры на Солнце, наблюденное в Санктпетербургской императорской Академии наук майя 26 дня 1761 г. 343

Приложения

От Редакции 359
Н. А. Фигуровский. Труды М. В. Ломоносова по химии и физике 361

Примечания

К работе 1 477
К работе 2 481
К работе 3 487
К работе 4 492

К работе 5 496
К работе 6 503
К работе 7 505
К работе 8 508
К работе 9 510
К работе 10 512
К работе 11 516
К работе 12 527
К работе 13 533
К работе 14 535
К работе 15 541
К работе 16 545
К работе 17 550
Указатель имен 555

Ломоносов Михаил Васильевич

Избранные труды по химии и физике

Утверждено к печати
Редколлегией серии «Классики науки Академии наук СССР»

Редактор издательства *Д. М. Беркович*
Технические редакторы *Н. Д. Новичкова* и *П. Е. Кашина*
Художник *В. Ф. Ишутин*

Сдано в набор 9/IX 1961 г. Подписано к печати 19/X 1961 г.
Формат $70\times92^1/_{16}$ 35 печ. л.+2 вкл. 40,95 усл. печ. л. +2 вкл. 29 уч.-изд. л. (0,2 вкл.)
Тираж 3000 экз. Изд. № 445 Тип. зак. № 2329
Цена 2 руб. 2[illegible] коп.

Издательство Академии наук СССР. Москва, Б-62, Подсосенский пер., 21
2-я типография Издательства АН СССР. Москва, Г-99, Шубинский пер., 10

ОПЕЧАТКИ И ИСПРАВЛЕНИЯ

Стр.	Строка.	Напечатано	Должно быть
75	3—2 сн.	накапливании	накаливании
92	17—18 св.	Гомберт	Гомберг
92	4 сн.	постоянная	и более постоянная
119	5 св.	удалии	удалении
155	10 св.	не оказывает	но оказывает
166	14—15 св.	заключаются	заключатся
168	5 сн.	что и в	что в
170	3 сн.	к оному	и оному
226	5 св.	сенситива и листы	сенситива листы
227	3 сн.	философ	философа
231	9 св.	с ними	с нами
253	1 сн.	чтобы	чтобы он
258	4 св.	того ради	не того ради
264	3 св.	притягивания	притягания
267	10 св.	искры,	искры, за которые
458	14 сн.	«О предсказнии погод,	«О предсказании погод,
458	12 сн.	«развитие ветров»	«разлитие ветров»
460	16 сн.	М. Коровин	Г. М. Коровин
511	1 сн.	в стихаха	в стихах

М. В. Ломоносов





Надгробный памятник М. В. Ломоносову в некрополе

М.В. ЛОМОНОСОВ

ИЗБРАННЫЕ ТРУДЫ ПО ХИМИИ И ФИЗИКЕ

